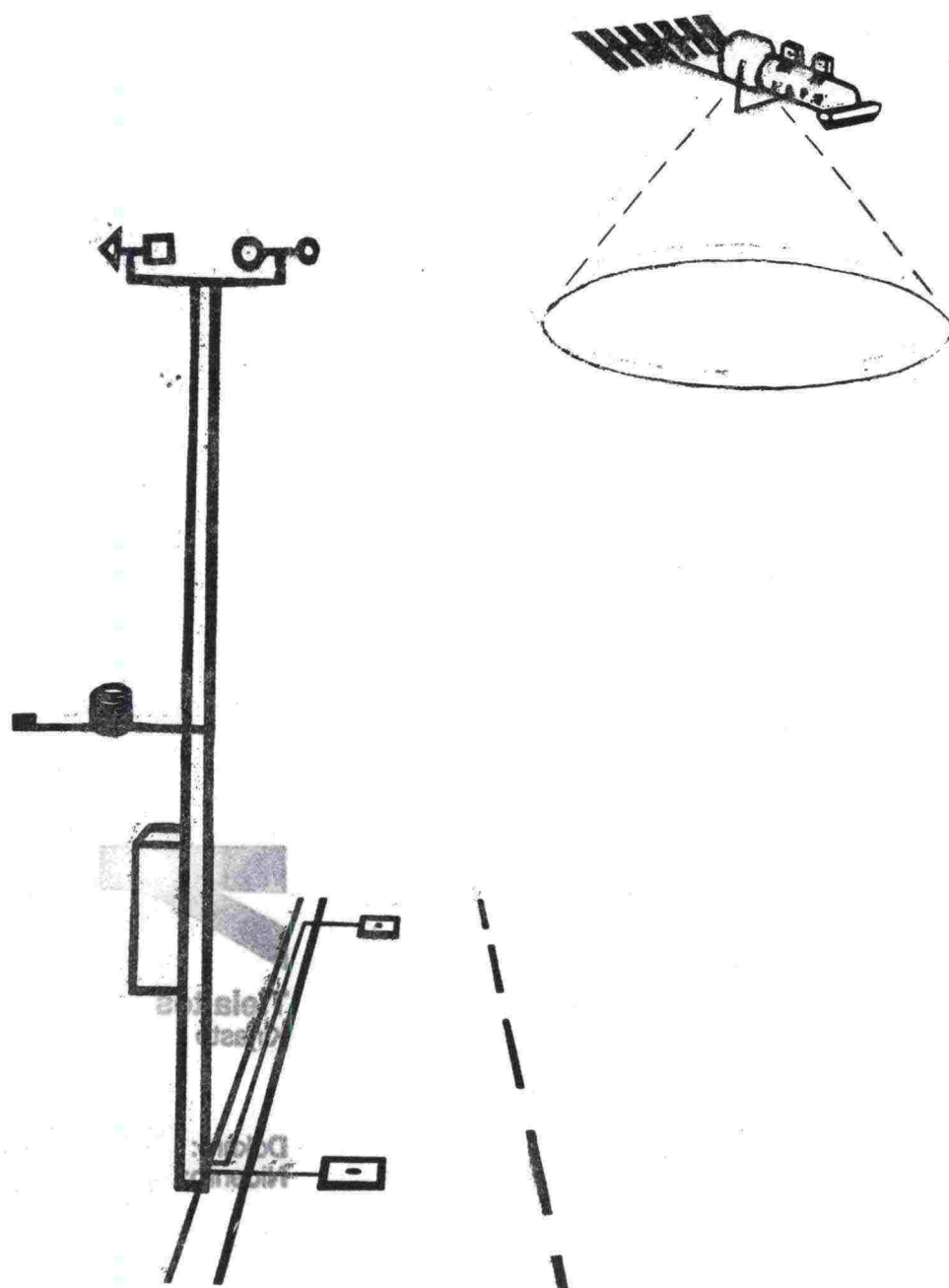


Tielaitos

# Tiesäätärjestelmän rakentaminen 1987 - 1992



Kouvola 1993

Kymen tiepiiri

08 TIEL/KYM



**Tielaitos  
Kirjasto**

Doknro: 940015  
Nidenro: 940021

**Tiesääjärjestelmän  
rakentaminen  
1987- 1992**

**Tielaitos  
Kymen tiepiiri**

**Kouvola 1993**

Teksti  
Yrjö Pilli-Sihvola

TIEL Ky 2/93  
Kymen tiepiiri  
Kouvola 1993

Tielaitos  
Kymen tiepiiri  
Kauppamiehenkatu 4  
PL 13  
45101 KOUVOLA  
Puh. vaihde (951) 7761



## TIIVISTELMÄ

### Tiesääjärjestelmän rakentaminen

Raportissa esitellään tiesääpalvelujärjestelmän rakentaminen Tielaituksen ja Ilmatieteen laitoksen yhteistyönä v. 1987 - 1992 sekä esitetään ajokustannuksiin perustuva malli tiesääpalvelujärjestelmän kannattavuuden arviointiin yhteiskunnalliselta kannalta.

Tiesääpalvelun kehittämisprojektissa v. 1987 - 1992 rakennettiin koko maan kattava tiesääpalvelujärjestelmä. Siihen kuuluu n. 150 automaattista tiesääasemaa. Tietoja seurataan n. 200:lta työasemamikrolta. Keskuskoneet hoitavat tosiajassa automaattisesti tietojen keräilyä, käsittelyä, taltiointia ja jakelua. Järjestelmä seuraa keliä ja voi automaattisesti hälyyttää kunnossapitäjät ohjelmoitujen raja-arvojen rikkoutuessa. Tielaituksen tiesääjärjestelmä on yhteydessä Ilmatieteen laitoksen tietojärjestelmiin, mistä se saa esitettävät tiesääennusteet, säätutka- ja satelliittikuvat.

Tiesääpalvelujärjestelmän hyödyt koostuvat suorista toiminnallisista hyödyistä sekä epäsuorista turvallisuuteen ja liikennöitävyyteen liittyvistä säästöistä. Toiminnallisia hyötyjä saadaan oikeiden menetelmien ja materiaalmäärien oikea-aikaisesta käytöstä sekä organisaation työn rationalisoinnin avulla. Epäsuorat säästöt syntyvät tehostuneen kunnossapidon aikaansaamasta liikenneturvallisuuden ja liikennöitävyyden paranemisesta. Epäsuorien yhteiskunnallisten säästöjen arvioidaan olevan viisin- tai kuusinkertaisia tiesääjärjestelmän kustannuksiin verrattuna.

## Abstract

### **The development of the road weather information system**

The development of the new road weather information system in co-operation with Finnish National Road Administration and Finnish Meteorological Institute in years 1987 - 1992 is presented in this report. The model to estimate costs and benefits based on driving costs is also presented.

The road wether information system covering the whole country was developed in the project during years 1987 - 1992. The system consists of 150 automatic road weather stations and about 200 PC-based work stations. Central computers collect, handle, record and distribute the information in real time. The system is monitoring the road conditions all the time and is able to alarm the maintenance staff when the critical values of the weather or the road conditions are exceeded. The road weather information system of the Road administration is linked to the data system of the Finnish Meteorological Institute from where it can receive road weather forecasts, weather radar information and satellite pictures.

The benefits of the road weather information system consist of the straight functional benefits and the indirect benefits. The functional benefits in road maintenance come from using the right methods and right amount of materials at the right time. The rationalization of the work of the organization gives also benefits. The indirect benefits come from the better traffic safety and trafficability caused by the improved maintenance activities and are estimated to be five to six times the costs of the road weather information system.

## Alkusanat

Tiesääjärjestelmän kehittäminen aloitettiin 1987. Järjestelmä valmistui asteittain ja vuonna 1992 se oli käytössä täydessä laajuudessaan koko maassa.

Järjestelmän kehittäminen tapahtui Tiehallituksen ja Kymen tiepiirin välisenä yhteistyönä. Kymen tiepiirin asenne kehittämiseen oli myönteinen ja se asetti kehittämisprojektin vetäjän työpanoksen projektin käyttöön. Avainhenkilönä projektin toteutumiseen oli diplomi-insinööri Olli Penttinen Tiehallituksesta. Projektin edetessä kehittämistyöhön osallistuivat voimakkaalla työpanoksella myös atk-suunnittelija Kimmo Toivonen Kymen tiepiiristä ja diplomi-insinööri Jouko Kantonen Tiehallituksesta. Ulkopuolisina yhteistyökumppaneina kehittämisprojektissa olivat Ilmatieteen laitos, Vaisala Oy ja Intrinsic Oy.

Kehittämisprojektin vetäjänä esitän kiitokseni kaikille osapuolille erittäin hyvästä yhteistyöstä ja uhratuista työtunneista yhteisen päämäärän saavuttamiseksi.

Erikoistutkija



Yrjö Pilli-Sihvola



## SISÄLLYSLUETTELO

1.	Johdanto	1
2.	Lähtökohdat tiesääjärjestelmän kehittämislle	2
2.1.	Järjestelmäkehitystarpeet	2
2.2.	Järjestelmälle asetetut tavoitteet	3
3.	Tiesääjärjestelmän kehittäminen	5
3.1.	Projektisuunnitelma	6
3.2.	Järjestelmän määrittely	7
3.3.	Teknisen toteutuksen määrittely	12
3.3.1.	Tiesääasematietojen keruu	13
3.3.2.	Työasemat	14
3.3.3.	Yhteydet muihin keskuskoneisiin ja tietojärjestelmiin	15
3.3.4.	Hälytykset	15
3.3.5.	Ennusteet	15
3.3.6.	Anturitiedon jatkojalostus	16
3.3.7.	Käyttäjäviestit	16
3.3.8.	Käsin syötetyt kelitiedot	16
3.3.9.	Yhteys Ilmatieteen laitokseen	16
3.3.10	Tietokanta	17
3.4.	Tekninen toteutus	17
3.4.1.	Laitteistot	18
3.4.2.	Ohjelmistot	20
3.4.3.	Tietoliikenne	22
3.4.4.	Yhteistyö eri tahojen kanssa	24
3.5.	Käyttöönotto	25
3.5.1.	Kokeilut ja ohjelmistojen käyttöönotto	26
3.5.2.	Tiedotus ja käyttäjien koulutus	28
3.5.3.	Järjestelmän ylläpito	28
4.	Järjestelmän vaikutukset tienpitoon	30
4.1.	Tavoitteet ja vaikutukset kunnossapitoon	30
4.2.	Järjestelmän kustannukset	31
4.3.	Hyödyt yhteiskunnalliselta kannalta	34
4.4.	Hyödyt tielaitoksen toiminnalliselta kannalta	38

## KIRJALLISUUSLUETTELO

LIITE 1. Tiesääpalvelun kehittämisprojektin esittely

## 1. Johdanto

Tiesääpalvelulla tarkoitetaan tieliikenteen eri osapuolille annettavaa palvelua, joka sisältää sää- ja kelitietoja sekä näiden ennusteita. Pitemmälle kehittyessään tiesääpalvelu voi antaa tienkäyttäjälle reittivaihtoehtoja tai aikatauluja suunniteltavaa matkaa varten. Tuolloin mennään kuitenkin jo liikenteen palvelujärjestelmien puolelle, koska niissä käytetään muutakin lähtötietoa kuin sää ja keli. Tiesääjärjestelmä tuottaa näihin tieliikenteen palvelujärjestelmiin pitkälle jalostettua perustietoa. Tiesääasemat ovat sää- ja keliä tieympäristössä automaattisesti mittaavia laitteita. Tiesääjärjestelmässä tiesääasematietoja kerätään ja välitetään automaattisesti tietoliikenneyhteyksien kautta.

Tiesääpalvelun tärkein ja laajin osa-alue on kunnossapidon sääpalvelu. Sillä tarkoitetaan sää- ja kelitietojen havainnoimista ja näiden sekä niitä koskevien ennusteiden tuottamista tien kunnossapitoorganisaation käyttöön. Tässä raportissa keskitytään lähinnä kunnossapidon tiesääpalvelujärjestelmiin ja niiden vaikutuksiin.

Tiesäähän liittyvät asiat ovat uusia meteorologian muihin soveltaisiin sektoreihin verrattuna. Koko kehitys on tapahtunut n. 20 viimeisen vuoden aikana. Suomi on ollut tässä kehitystyössä mukana, esimerkiksi tiesääasioita tutkivissa yhteiseurooppalaisissa COST 30 ja COST 309 -projekteissa. Kotimaassa oli vilkasta kehitystoimintaa jo 1970 -luvun lopulla ja 1980-luvun alussa.

Tienpinnan säteilytysapaino vaikuttaa pinnan lämpötilaan ja keliin. Kosteuden advektoituminen ja tiivistyminen tienpintaan on usein syytä liukkaisuun keleihin. Mikroklimatologisista vaihteluista ja tien rakenteesta johtuen, sää ja keli vaihtelevat eri tienkohdissa hyvinkin lyhyellä matkalla.

Sateista kelien kannalta hankalimpia ovat vesisade kylmälle tienpinnalle, jäätävä vesisade sekä tietysti lumisade. Järjestelmällisen ja riittävän tiheän havaintoverkon luomisella pyritään näiden tekijöiden havaitsemiseen riittävän ajoissa, jotta kunnossapitotoimenpiteet voidaan ajoittaa oikein ja taloudellisesti.



Tienpinnan jäätyminen on liikenteelle vaarallista, varsinkin jos se tapahtuu yllättäen. Tienpinta voi jäätyä monesta eri syystä. Märän tienpinnan jäätyminen havaitsemiseksi tarvitaan tietoa tien pinnan lämpötilasta ja pinnan märkyydestä. Kuuran muodostuminen tielle tiivistymisprosessin kautta edellyttää tienpinnan lämpötilan laskua kastepistelämpötilan alapuolelle. Tämä voi tapahtua joko pintalämpötilan muutoksen kautta tai ilman kosteuden lisääntymisen myötä. Kylmien sääjaksojen jälkeinen lauhtumisliukkaus on tämän tilanteen yksi erikoistapaus, mutta liukkaudentorjunnan kannalta varsin hankala. Lauhtumisen jälkeiseen kelin muutoksen arviointiin ei riitä pelkän pintalämpötilan tietäminen, vaan tarvitaan tietoa myös lämpötilasta tien rungossa. Tien rungosta johtuva lämpö vaikuttaa tien pintalämpötilaan.

## 2. Lähtökohdat tiesääjärjestelmän kehittämiseksi

Sään vaihtelut Suomessa asettavat teiden talvikunnossapidon vaativan tehtävän eteen. Varsinkin Etelä- ja Länsi-Suomessa lämpötilat vaihtelevat nollan molemmiin puolin koko talvikauden. Maan itä- ja pohjoisosissa nollakohdan ylityksiä lämpötilassa on harvemmin, mutta lumisateiden aiheuttamat ongelmat ovat eteläosaa yleisempiä aikaisemmin syksyllä ja myöhemmin keväällä.

Liikenteen kannalta merkittävintä on kunnossapidon nopea toiminta vilkasliikenteisimmillä teillä. Pohjois-Suomessa kunnossapidon nopeus ei ole niin tärkeä, koska siellä autoilijat ovat tottuneempia liukkaisiin keleihin ja liikenne on harvempaa.

### 2.1. Järjestelmäkehitystarpeet

Teiden talvihoitotoimintatapaa kehitettiin 1980-luvun puolivälin tienoilla. Tielaitoksen toimesta tehtiin talvina 1983-85 laaja tutkimus säiden ja kelien vaikutuksesta onnettomuusriskeihin. Tutkimuksen perusteella voitiin nähdä, että jääkelin onnettomuusriski oli 15 -kertainen kuivaan keliin verrattuna ja 5-8 kertainen märkään keliin verrattuna. (TVH 741822 1985)

Tielaitoksessa kiinnitettiin enenevässä määrin huomiota liikenneturvallisuuden parantamiseen ja teiden kunnossapidon tasalaatuisuuteen. Liukkaudentorjunnan merkitys onnettomuuskustannuksiin tuli yhä selvemmin esille ja alettiin hakea menetelmiä liukkaudentorjunnan nopeuttamiseksi. Päivystysjärjestelmien kehittämisen ja tehokkaan tosiajassa toimivan tiesääjärjestelmän katsottiin nopeuttavan liukkaudentorjunnan liikkeellelähtöä. Oikea-aikainen lähtö lyhentää teiden liukkaanaoloaikaa ja näinollen vähentää onnettomuuskustannuksia. Ajan tasalla olevan sää- ja kelitiedon avulla katsottiin voitavan parantaa myös kunnossapidon tasalaatuisuutta.

Ympäristötekijät ovat tulleet tiesääjärjestelmien kehittämisessä yhä merkityksellisemmiksi. Tiesuolan käyttömääriä on haluttu vähentää sekä taloudellisista että ympäristösyistä. Varsinkin pohjavesialueilla suolan liika käyttö on muodostunut ongelmaksi. Tarkkojen tien pinta- ja runkolämpötilatietojen avulla voidaan optimoida suolan käyttöä.

Pääkaupunkiseudun tiesääjärjestelmän laajentamista koko maan kattavaksi harkittiin. Järjestelmän laajennettavuus oli kuitenkin teknisesti hankalaa sen osittain epästandardin atk-tekniikan vuoksi. Järjestelmän toiminnallinen taso ei myöskään enää tyydyttänyt, kun mikro-tietokoneiden mukanaan tuomat nopeat käyttöliittymät alkoivat yleistyä. Tielaitoksen tavoitteena oli kehittää järjestelmää nopeasti. Ilmatieteen laitosta järjestelmän toimittajana pidettiin prosessia hidastavana tekijänä. Yhteistyötä Ilmatieteen laitoksen kanssa pidettiin tärkeänä ja myöhemmin sovittiin selvät vastuujaot.

## 2.2. Järjestelmälle asetetut tavoitteet

Keväällä 1987 tielaitoksessa kypsyi päätös uuden tiesääjärjestelmän rakentamisesta ennen kaikkea liukkaudentorjunnan nopeuttamista varten. Järjestelmälle asetettuja tavoitteita kuvataan Tiesääpalvelun järjestelmäkuvauksessa (Pilli-Sihvola 1988).

Kehitettävän tiesääpalvelujärjestelmän tulee antaa kunnossapitäjälle kuva säästä ja kelistä omala alueella sekä yleistilanne lähialueella



niin, että hän voi varautua tuleviin sää- ja kelimuutoksiin ennakoivasti. Järjestelmä luo mahdollisuuden lyhentää tarvittavaan toimenpiteeseen ryhtymisen aikaa.

Järjestelmä parantaa mahdollisuuksia käyttää ennakoivia toimenpiteitä ja opettaa järjestelmän käyttäjille uusia säähän ja keliin liittyviä tekijöitä.

Kehitettävä tiesääpalvelujärjestelmä sisältää pääteille sijoitettavat automaattiset tiesääasemat ohjelmistoineen, piirikohtaisen tietojen keräily-, käsittely- ja esitysjärjestelmän ohjelmistoineen sekä tiemestaripiireissä olevat tulostustyöasemat ohjelmistoineen. Järjestelmään kuuluu myös automaattinen kunnossapitopäivystäjien hälytysjärjestelmä puhelimen kaukohakulaitteen avulla toteutettuna sekä asematietojen perusteella laskettava 0-2 tunnin keliennuste.

Järjestelmän tietojen tulee olla tosiajassa ja järjestelmän pääläollessa automaattisesti päivittyviä.

Tietojen käsittely on oltava järjestelmällä yksinkertaista eri näyttöjen oletusarvoja käyttämällä niin, että monia valintoja ei tarvitse tehdä rutiinikäytössä. Toisaalta järjestelmässä on oltava mahdollisuus yhdistellä eri havaintotekijöitä aika- ja lämpötilaskaalan suhteen uusiksi näytöiksi.

Järjestelmän tuottama informaatio on oltava sellaisessa muodossa, että mahdollisimman suuri osa tiedosta on käyttäjän omaksuttavissa. Tähän tarkoitukseen käytetään esimerkiksi graafisia esityksiä, karttapohjia, värejä ja äänisignaaleja.

Kehitettävänä oleva tiesääpalvelujärjestelmä on tietojen keräily-, käsittely- ja esitysjärjestelmä, joka kykenee reaaliajassa käsittelemään n. yhden tiepiirin alueella olevien tiesääasemien tiedot sekä joustavasti hoitamaan järjestelmään liittyvät hälytystoiminnot.

Kerätty tiesääasematieto tai osa siitä välitetään Ilmatieteen laitoksen käyttöön. Ilmatieteen laitos tuottaa ennustetietoa sekä muutakin havaintotietoa kunnossapitäjien käyttöön joko kehitettävän



järjestelmän kautta tai suoraan tiemestareiden mikroille.

Myöhemmin järjestelmä kykenee tuottamaan tietoa ulkopuolisiin muita viranomaisia ja yleisöä palveleviin järjestelmiin.

Kehitettävän järjestelmän on sovelluttava tielaitoksen järjestelmä- ja laitearkkitehtuuriin. Tietojärjestelmän on oltava edelleen kehitettävissä joustavasti tielaitoksen tarpeiden muuttuessa.

### 3. Tiesääjärjestelmän kehittäminen

Uuden tiesääjärjestelmän kehittämisen voidaan katsoa alkaneen toukokuussa 1985 Kotkassa pidetystä tielaitoksen ja Ilmatieteen laitoksen välisestä seminaarista. Siellä tarkasteltiin tiesääpalveluun liittyviä menneitä ja tulevia asioita. Ilmatieteen laitos esitti Video-tex-pohjaisen tiesääjärjestelmän jatkokehitystä. Tiehallituksen näkemys oli, että ennen uuden kehittämisen aloittamista tulee vielä tarkemmin tutkia tiesääpalvelun vaikutuksia kunnossapidon päätöksentekoon. Seminaarissa esiteltiin Vaisalan kehittämä uusi kelianturi ensimmäisen kerran. Anturi todettiin lupaavaksi ja sen käyttöä päätettiin kokeilla sekä lentokenttä- että tieolosuhteissa seuraavana talvena.

Syyskesällä 1986 pidettiin neuvottelutilaisuus tiesääpalvelun kehittämisestä. Siellä todettiin Heinolan ja Laihian uusien tiesääasemien antaman tiedon olevan kunnossapidon kannalta hyödyllistä, vaikka ongelmiakin oli ollut. Sovittiin, että tielaitoksessa tehdään ensin sisäinen päätös, millä laajuudella tiesääjärjestelmää tielaitoksen toimesta kehitetään. Tiesääasemaverkostoa laajennettiin Vaasan piiriin 11, Kymen piiriin 4, Oulun piiriin 2 asemaa ja yksi asema sekä Keski-Pohjanmaan että Lapin piireihin. Tiemestareilla oli mahdollisuus seurata oman asemansa sekä viereisten asemien tietoja yksinkertaisen piirturille tulostavan pienen mikron avulla.

Vuoden 1986 joulukuussa määriteltiin uuden kehittämisprojektin vetäjä ja annettiin tehtäväksi projektisuunnitelman teko. Projektisuunnitelma laadittiin kevään 1987 aikana.

### 3.1. Projektisuunnitelma

Projektisuunnitelmassa (Pilli-Sihvola 1987) määriteltiin projektin tavoitteet, rajaukset ja hallinnolliset kustannukset. Järjestelmälle annettiin yleiset tavoitteet ja sen kustannukset arvioitiin. Projektin tehtäväluettelo ja tehtävien väliset riippuvuudet määriteltiin sekä laadittiin ajoitus projektitoiminnalle. Lisäksi määriteltiin projektin toimintatapa ja välitulokset sekä tiesääpalvelun kehittämisen organisaatio.

Projektin tavoitteet esiteltiin karkealla tasolla, joka myöhemmin projektin määrittelyvaiheessa tarkentui tämän raportin kohdassa 2.2. esitetyiksi konkreettisiksi tavoitteiksi.

Projektisuunnitelman mukaan keskityttiin pääosin teknisen järjestelmän suunnitteluun. Projekti toteutettaisiin TVH:n vetämänä yhteistyössä Ilmatieteen laitoksen kanssa käytettävissä olevien resurssien optimoimiseksi ja eri järjestelmien yhteensopivuuden takaamiseksi. Järjestelmä tuli toteuttaa TVH:n ja IL:n normaaliorganisaatioiden kautta eli projektia varten ei varattu erillisiä omia resursseja.

Kehittämiprojektin hallinnollisten kustannusten laskettiin koostuvan lähinnä henkilöiden työajasta kokouksiin osallistuttaessa ja projektiin liittyvien tehtävien hoitamisesta. Osalle henkilöstöstä kertyisi myös matkakustannuksia. Hallinnollisiksi henkilökustannuksiksi projektille arvioitiin kolmen vuoden aikana kertyvän n. 0.28 milj.mk ja 94 henkilötyöviikkoa.

Järjestelmän rakentamisesta aiheutuneita kustannuksia arvioitiin laitteistojen osalta, mutta ohjelmistojen kustannusarviot tehtiin vasta tiesääpalvelun järjestelmäkuvausten yhteydessä. Tiesääsemin, n. 150 kpl, arvioitiin menevän n. 12 milj.mk, tietojen keruuta varten tarvittaviin keskuskoneisiin n.0.6-0.9 milj.mk, tiemestaripiirien mikroiin 0.75-3.00 milj.mk.

Kehittämiprojektin tehtävien väliset riippuvuudet esitettiin kaaviona (Liite 1.). Tehtäväluettelosta kävi ilmi tehtävittäin, sen ku-



vaus ja osatehtävät, kunkin tehtävän vastuuhenkilö ja ryhmä sekä arvioitu työmäärä sekä ajoitus.

Projektin toiminta sovittiin painottuvan voimakkaasti projektin vetäjän eri työryhmillä teettämiin osasuunnitelmiin ja vetäjän niistä rakentamaan järjestelmämalliin. Teknillinen ja atk-teknillinen työ sovittiin ostettavaksi mahdollisimman suuresti ns. "avaimet käteen"-periaatteella. Välitulospisteet näkyvät projektin tehtäväkaaviossa.

Tiesääpalvelun kehittämisprojektin organisaatio kerättiin eri alueiden asiantuntijoista ja edustajista (Liite 1.). Projektin kestäessä useita vuosia projektihenkilöstössä tapahtui jonkin verran vaihtuvuutta. Kullekin ryhmälle määriteltiin omat tehtävät:

- Johtoryhmän tehtävänä oli johtaa projektin työtä ja tehdä tarvittavat välipäätökset rahojen ja yhteistyön suhteen.
- Projektiryhmän tuli hyväksyä kaikki käytännön ratkaisut ja toimia projektin vetäjän "esimiehenä".
- Työryhmien tuli toimia projektin vetäjää avustavina asiantuntijoina ja tehdä suunnittelutyötä joustavasti kokoonpanoa tarvittaessa muuttaen. Kullekin työryhmälle määriteltiin tarkempi tehtäväkuva suunniteltavista asioista.

Projektin vetäjä kuului kaikkiin ryhmiin, johto- ja projektiryhmän sihteerinä sekä työryhmien puheenjohtajana ja sihteerinä.

### 3.2. Järjestelmän määrittely

Tiesääpalvelun kehittämisprojekti perustettiin 15.5.1987 tie- ja vesirakennushallituksen päätöksellä. Päätöksessä esitettiin projektin tavoitteet lyhyesti ja todettiin, että projekti toteutetaan yhteistyössä Ilmatieteen laitoksen kanssa. Järjestelmän edellyttämät hankinnat tuli hoitaa normaalisti linjaorganisaation toimesta.

Päätöksessä viitattiin projektisuunnitelmaluonnokseen ja siinä esitettyyn aikatauluun ja organisaatioon. Tavoitteena oli, että suunniteltava järjestelmä voitaisi ottaa koekäyttöön rajatulla alueella jo talvella 1988-89. Järjestelmän lopullisen valmistumisen todettiin riippuvan osittain sen edellyttämien hankintojen aikatauluista.

Tiesääpalvelun järjestelmäkuvausta alettiin tehdä välittömästi. Sen tekoon varattuja resursseja oli projektin vetäjän 0,5 henkilötyöresurssia ja työryhmien henkilöstön kokouksiin ja niihin valmistautumisen resurssi. Asiat käsiteltiin työryhmissä ja projektin vetäjä teki raportit ja esitteli ne projektiryhmälle hyväksyttäväksi. Projektiryhmässä asiat joko hyväksyttiin tai palautettiin edelleen valmisteltaviksi. Projektiryhmästä periaatteelliset ja rahaa vaativat hankinta-asiat vietiin johtoryhmän käsiteltäväksi. Laajuudesta huolimatta projektiorganisaatio tuntui toimivalta ja sen avulla saatiin riittävästi päätösvaltaa, jotta asiat eivät sen vuoksi jääneet tekemättä tai odottamaan.

Ensimmäisessä vaiheessa tehtiin paljon työtä käyttöryhmässä, missä määriteltiin tulevan järjestelmän sisältämät tiedot käyttäjien tarpeiden mukaan. Myös järjestelmän käyttöliittymä mietittiin pitkälti käyttöryhmässä ja näin pääsivät tulevan järjestelmän käyttäjät mahdollisimman paljon vaikuttamaan järjestelmän käyttöominaisuuksiin. Käyttöryhmästä on peräisin päätös mm. siitä, että järjestelmän käyttö on oltava niin yksinkertaista, että myös atk:ta tuntematon käyttäjä osaa sitä varmasti käyttää. Halutut tiedot tuli saada esiin yksinkertaisimmillaan 1-2 näppäimen painalluksella ja lisäksi käyttöliittymän piti pystyä palvelemaan myös käyttäjää, joka itse halusi rakentaa erilaisia näytöjä. Käyttöryhmän tekemä työ oli pohja koko järjestelmän rakentamiselle.

Atk-teknisessä ryhmässä käsiteltiin lähinnä asioita, jotka koskivat sekä tielaitosta että Ilmatieteen laitosta. Alkuvaiheessa haettiin ratkaisua siihen tulisiko jo olemassa olevaa järjestelmää hyödyntää vai rakentaa kokonaan uusi. Teknisten selvittelyjen jälkeen tultiin siihen tulokseen, että kannattaa rakentaa uusi järjestelmä ja rakentaa selvät liitoskohdat Ilmatieteen laitoksen ja tielaitoksen järjestelmän välille. Atk-teknistä suunnittelutyötä tehtiin paljon myös tielaitoksen sisäisesti tiehallituksen atk-yksikön ja projektin vetäjän välillä.

Sääteknisessä ryhmässä käsiteltiin tiesääennusteiden tarvetta ja muotoa. Asiatuntijoita oli sekä käyttäjä- että ennusteiden laatija-



puolelta. Tiesääasemien sijaintikysymyksiä käsiteltiin tässä ryhmässä.

Sääasemaryhmässä mietittiin mittaustekniikkaan liittyviä asioita sekä tiesääasemien rakentamiseen liittyviä ongelmia. Sääasemien huoltoa suunniteltiin tässä ryhmässä.

Tiesääpalvelun järjestelmäkuvaus oli valmis 6.4.1988 ja se sisälsi

- järjestelmän rajauksen
- sisältövaatimukset ja toiminnalliset tavoitteet
- järjestelmän toiminnan eri tapahtumapaikoilla
- järjestelmän käsittelemät tiedot, tietovarastot ja tietojen käsittelysäännöt
- järjestelmän tuottamat tulosteet
- hälytystehtävät
- kuvauksen järjestelmän atk-ratkaisusta
- koulutus- ja tiedotustarpeet
- arvion syntyvistä investointi- ja käyttökuluista sekä koulutukseen tarvittavasta työajasta sekä
- ehdotuksen jatkotoimenpiteistä.

Kehitettävä tiesääpalvelu rajattiin sisältämään pääteille sijoitetut tiesääasemat ohjelmistoineen, piirikohtaisen tiedonkeräily, käsittely ja esitysjärjestelmän ohjelmistoineen sekä tiemestaripiireissä tulostustyöasemat ohjelmistoineen. Järjestelmään tuli kuulua myös automaattinen hälytys puhelimitse kaukohakulaitteeseen sekä asematietojen perusteella laskettava 0-2 tunnin ennuste. Järjestelmään tuli varata yhteys tiedonsiirtoon ilmatieteen laitokselle ja muihin järjestelmiin. Järjestelmän ulkopuolelle rajattiin varsinaisten tiesääennusteiden teko sekä yleisölle maanlaajuisesti menevän tiedon käsittely.

Järjestelmän sisältövaatimuksina esitettiin oman alueen sää- ja kelitiedot, lyhyet ennusteet, mahdollisuus katsella muidenkin alueiden sää- ja kelitietoja, Ilmatieteen laitoksen tiesääennusteet, sää- ja tutkahavainnot, hälytystiedot sekä tilastotietokanta. Toiminnalliset tavoitteet määrittivät että järjestelmän tiedot tulivat olla ajan tasalla ja automaattisesti päivittyviä. Tietojen käsittely järjes-

telmällä tuli olla niin yksinkertaista, että monia valintoja ei tarvita. Toisaalta järjestelmässä oli oltava mahdollisuus yhdistellä eri havaintotekijöitä aika- ja lämpötilaskaalan suhteen uusiksi näytöiksi. Järjestelmän tuottama tieto oli oltava sellaisessa muodossa, että mahdollisimman suuri osa tiedosta olisi käyttäjän omaksuttavissa.

Järjestelmän toiminta eri tapahtumapaikoilla kuvattiin tarkasti. Tiesääaseman toiminta tiellä eri toimintoihin määriteltiin. Tiemes-tarippiireissä olevan laitteiston toiminta määriteltiin mm. sillä tarkkuudella, että sään ja kelin muutoksia seurataan alueellisesti karttapohjalla, asemakohtaisesti aikasarjoina ja havaintoyhdistelmienä taulukkomuodossa. Piirikonttorilla todettiin tapahtuvan mm. tietojen keruun 10-20 tiesääasemalta tiheimmillään 15 minuutin välein. Tvh:ssa käytetään tietoa mm. ulkopuolisille annettavan tiedon tukena. Ilmatieteen laitoksella tehdään esimerkiksi tiesääennusteita. Myös muut tapahtumapaikat otettiin varauksena huomioon mm. kunnat ja kaupungit, sisäministeriö, alueradiot, suuret huoltoasemat ja infopisteet.

Järjestelmän sisältämät tiedot jaettiin eri tyyppeihin sen mukana millaista ne ovat ja mitä niillä tehdään. Tiedoille laadittiin käsittelysäännöt eli mitä, miten usein ja kuinka niitä käsitellään. Tietovarastot jaettiin käyttötavan sekä toimintapaikan perusteella.

Käyttäjiliittymä määriteltiin käyttäjien tarpeiden mukaan alkuvalikosta alkaen. Hälytyksen välitys sekä hälytyssäännöt laadittiin hälytyksen esityspaikoittain.

Järjestelmän atk-ratkaisua määriteltäessä esitettiin, että järjestelmän tulee toimia normaalisti ilman päivittäistä operointia. Sen tuli sopia tielaitoksen järjestelmäarkkitehtuuriin sekä laitteiden että ohjelmistojen puolesta. Tiedonsiirtoratkaisun yhteneväisyyttä laitoksen muihin tiedonsiirtotarpeisiin verrattuna pidettiin tärkeänä koska se vaikuttaisi järjestelmän käyttökustannuksiin. Järjestelmässä pyrittiin hajautettuun atk-ratkaisuun siten, että tietoa siirretään joustavasti tarpeen mukaan tiiviissä muodossa ja tietojen käsittely tapahtuu toimintapaikalla. Ohjelmistojen tuli olla useasta



osasta koostuvia niin, että järjestelmän osia voitaisi jatkossa kehittää erillisinä.

Tiesääasemiksi valittiin Vaisalan valmistamat Milos 200 -automaattiasemat, joita voidaan edelleen modifioida tekniikan kehittyessä. Tiemestaripiireihin tarvittiin vähintään at-tasoiset (keskusprosessori 286 tai tehokkaampi) värinäytölliset mikrotietokoneet, jotka kykenevät itsenäisesti käsittelemään sinne siirrettyä tietoa. Hälytyslaitteeksi päätettiin ottaa kaukohakulaite. Lisäksi todettiin, että myöhemmin järjestelmää voidaan käyttää myös tiemestarin kotoa. Keräilykoneelta vaadittiin, että sen tulee kyetä keräämään tietoja n. 15 tiesääasemalta ja jakamaan sitä 15-20 käyttäjälle. Keräilykoneen tuli pystyä samanaikaisesti valvomaan hälytyssääntöjä ja tekemään hälytyksiä sovittuihin puhelinnumeroihin sekä tarvittaessa pyörittämään pientä lyhyen ajan keliennustemallia.

Koulutuksesta arvioitiin, että järjestelmän ylläpidon jäädessä piirien vastuulle tarvitaan koulutusta piirien atk-keskusten henkilöstölle ainakin yksi päivä ylläpitäjää kohti. Järjestelmän käyttäjäkoulutusta varten arvioitiin, että uudelle käyttäjälle tarvitsisi varata koulutusaikaa 1-2 päivää. Jatkokoulutus voitaisi hoitaa erilaisten neuvottelupäivien yhteydessä. Asemien huollon katsottiin aiheuttavan koulutustarvetta piireissä huollosta vastaaville henkilöille.

Investointi- ja käyttökulut arvioitiin. Laitteistoinvestoinneista annettiin yksikkökustannukset tiesääasemista (n.80 000 mk), tiemestaripiirien mikroista (26 000 mk) ja piirikonttorilla olevista keskuslaitteista (laajuudesta riippuen 40 000 mk tai n.200 000 mk). Ohjelmistohintojen todettiin tarkentuvan vasta tarjousten perusteella. Ohjelmistojen tekemiseen menevää henkilötyöaikaa arvioitiin ja siinä päädyttiin n. 5 henkilötyövuoteen. Tiesääasemien huoltokustannusten arvioitiin vuosittain olevan 4 000-7 000 mk. Ohjelmistopuolen huoltokulut riippuvat ohjelmiston toimittajasta. Tiedonsiirtokuluja arvioitiin sekä valinnaisia puhelinlinjoja että pakettiverkkoa käyttäen. Pakettiverkkoa käyttäen saatiin keskikokoisen tiepiirin liittymismaksuiksi n. 80 000 mk ja kuukausittaisiksi liikennemaksuiksi n. 30 000 mk. Vuodessa järjestelmän arvioitiin aiheuttavan tietoli-

kennekustannuksia keskikokoiselle piirille 300 000 - 400 000 mk. Eri tietoliikenne-erät välisiä eroja arvioitaessa otettiin huomioon myös laadulliset ja toiminnalliset erot. Kokonaisuudessaan investointikustannusarvio järjestelmästä etukäteen oli n. 20 milj. mk ilman ohjelmistokustannuksia ja vuotuiset käyttökustannukset n. 5 milj. mk ilman ohjelmistohuoltoa ja omaa ylläpitotyötä.

Tiesääpalvelun järjestelmäkuvaus oli valmis 6.4.1988. Se loi edellytykset tehdä päätöksiä järjestelmän toteuttamisesta antaen etukätesisarvion järjestelmän tuottamasta tiedosta ja tiedon tuottamisen aiheuttamista kustannuksista tielaitokselle. Järjestelmä kuvauksen pohjalta aloitettiin myös tekninen suunnittelu ja pyydettiin tarjoukset ohjelmiston toteuttamisesta ja tarvittavista laitehankinnoista. Myöhempi kokemus järjestelmän toteutettaessa osoitti, että tällä tarkkuudella laadittu kuvaus oli erittäin hyödyllinen. Sitä voitiin käyttää hyväksi monessa yhteydessä projektin edetessä. Koska järjestelmäkuvaus oli pohjatietona kaikissa tarjouspyynnöissä voitiin siihen vedota ohjelmistoprojektin edetessä pieniäkin yksityiskohtia käsiteltäessä. Näin ei jääty koskaan epätietoisuuteen siitä mitä ohjelman tuli tehdä.

### 3.3. Teknisen toteutuksen määrittely

Tässä luvussa käsitellään järjestelmän tekniset ominaisuudet. Seuraavassa luvussa keskitytään itse järjestelmän rakennusvaiheeseen. Tässä luvussa järjestelmän teknisiä ominaisuuksia kuvataan projektisuunnitelmaa ja järjestelmäkuvausta tarkemmin. Ohjelmistokehitysprojektissa kuvaukset tarkentuvat asteittain kohti lopullista toteutusta.

Ennen tiesääjärjestelmän teknisen toteutuksen aloittamista katsottiin tarpeelliseksi tehdä vielä järjestelmäkuvausta tarkempi tekninen määrittely. Määrittelyn oli tarkoitus olla järjestelmä kuvauksen lisänä pyydettäessä ohjelmistotarjouksia. Näin oli mahdollista päästä halvempaan ohjelmistohintaan, koska turhia varauksia ei tarvinnut huomioida.

Tekniseen määrittelyyn katsottiin menevän niin paljon henkilöresurs-



seja, että niitä ei projektityöstä voitu irrottaa. Teknisen määrittelyn tekijäksi valittiin Vaisala Oy ja tämän alihankkijana ohjelmistotoimittaja Intrinsic Oy. Samalla saatiin myös ostettua sellaista ohjelmistoasiantuntemusta, jota eniten tarvittiin. Valintaan vaikutti myös se, että Vaisala Oy oli jo kehittänyt omaa keliohjelmistoaan, jonka kokeiluversio asennettiin koekäyttöön Kymen tiepiiriin joulukuun alussa 1988.

Teknisen määrittelyn aluksi jaoteltiin tehtävä ohjelmisto ensivaiheessa toteutettavaan osaan (I) ja laajennusosaan (II). Osa I sisälsi tiedon keruun ja taltioinnin sääasemilta sekä tiedon jaon työasemille sekä ulkopuolisille käyttäjille. Omana kokonaisuutenaan I vaiheessa oli tietojen esitysohjelmisto tiemestaripiirin työasemissa. Osa II sisälsi tietojen välityksen keskusasemien välillä, ilmatieteen laitoksen tuotteet, tiesääennusteet, tutka- ja satelliittikuvat ja muun sääaineiston. Käsiteltäville asioillemääriteltiin yhteinen termistö käsiteltäville asioille, kuten esimerkiksi anturi, avainsana ja hakurajapinta. Tällä pyrittiin tarkkuuteen ohjelmiston jatko-suunnittelussa. Jotta järjestelmä kykenisi helposti sopeutumaan eri kokoisiin valvonta-alueisiin ja monitasoiseen tiedon hallintaan, päädyttiin moniajoympäristöön ja Unix-käyttöjärjestelmään. Tiedonkeruu ja jakelutoiminteet keskitettiin keskusaseman hoidettavaksi.

Järjestelmän laitteiden suorituskykyä arvioitiin ympäristössä, joka sisältäisi 30 tiesääasemaa ja 30 työasemaa. Tämä vastasi suunnilleen yhden tiepiirin konekapasiteettitarvetta. Tiedonvälitysaikana pidettiin 15 minuuttia. Suorituskykyarvion perusteella oli tiedossa minkä tasoinen ja tehoinen keskuskonelaitteisto oli hankittava.

Turvallisuuden kannalta järjestelmä rakennettiin sellaiseksi, että ulkopuolisina herätteinä tulee vain pyyntöjä työasemilta. Näiden yhteyksien aikana ei siirretä tietoja ulospäin vaan otetaan vastaan toimintapyyntö. Keskuskone ottaa tämän jälkeen yhteyden pyytäjäkoneeseen, jonka täytyy olla entuudestaan rekisteröity järjestelmään.

### 3.3.1. Tiesääasematietojen keruu

Tiedot tiesääasemilta kerätään automaattisesti konfiguroinnissa ase-

teltavin, seurantatilasta riippuvin väliajoin. Sen jälkeen ne tallioidaan tietokantaan muun järjestelmän käyttöön.

Keskusasema kerää tietoja oman valvontapiirin tiesääasemilta sarjamuotoista siirtotietä käyttäen. Vaihtoehtoisia yhteystapoja ovat kiinteä-, modemi- tai pakettiverkko -yhteys. Siirtotapa voi olla asema-kohtainen ja uusia tiedonsiirtomuotoja voidaan jatkossa liittää järjestelmään.

Keskusasemalla on tarvittavat konfigurointitiedot kaikista valvontapiiriin kuuluvista asemista ja se kerää havaintotietoja niiden mukaisesti. Voimassa oleva seurantatila vaikuttaa tietojen keräystiheyteen. Lämpötilan kohotessa selvästi nollan yläpuolelle tietoja kerätään harvemmin.

Valvontapiirin ulkopuolella olevilta asemilta tiedot kerätään yhtenä tiedonsiirtona kyseisen tiepiirin keskuskoneelta. Näin estetään yhtäaikaista tietokyselyä samalta asemalta ja säästetään keräilykustannuksia.

### 3.3.2. Työasemat

Työasemina käytetään PC/AT-tason laitteita, joissa on Vaisalan työasemaohjelmisto tietojen esittämistä varten työaseman omasta tietokannasta. Keskusasema toimii tietokantapalvelimena, joka päivittää automaattisesti työasemien tietokannat niiden ollessa aktiivisena.

Työasemille tiedot voidaan välittää puhelinverkon, paketti-verkon, kiinteän linjan tai paikallisverkon kautta. Työasemaohjelmiston käynnistyessä se ilmoittautuu keskusasemalle, joka merkitsee työaseman aktiiviseksi ja ottaa sen mukaan automaattisesti päivitettävien asemien joukkoon. Keskusasema päivittää työasemissa olevien tietokantojen puuttuvat tiedot määrätyn välein. Mikäli työasemaan ei saada yhteyttä konfiguroitujen yrityskertojen puitteissa, eli työasemaohjelmisto ei ole päällä, keskusasema merkitsee työaseman passiiviseksi eikä enää yritä uudelleen.

Työasemien yhteydenotoista ja yhteydenotoista työasemalle pidetään



kirjaa. Työasemaliikenteessä siirretään datan lisäksi hälytyksiä ja käyttäjäviestejä. Lähtökohtana on jatkossa mahdollistaa työasemien parametrien etäispäivitys keskusasemalta siten, että työasemien käyttöhenkilöstön ei tarvitse hallita työasemaohjelmiston ylläpitoa.

### 3.3.3. Yhteydet muihin keskuskoneisiin ja tietojärjestelmiin

Teknisen määrittelyn yhteydessä todettiin, että tiedot eri keskuskoneilta kerätään TVH:n keskuskoneeseen ja piirien keskuskoneet hakevat tiedot sieltä. Toteutusvaiheessa tästä poikettiin ja järjestelmässä kaikki keskuskoneet keskustelevat keskenään.

TVH:n keskuskonetta käytetään yhteyskoneena muihin tietojärjestelmiin. Ilmatieteen laitoksen yhteydet hoidetaan keskitetysti yhden keskuskoneen kautta.

### 3.3.4. Hälytykset

Hälytykset tiesääjärjestelmässä ovat työasemille tai kaukohakuun ohjattavia ilmoituksia, joiden avulla kunnossapitohenkilökunta saa tiedon järjestelmän havaitsemista, toimenpiteitä mahdollisesti aiheuttavista sään ja kelin muutoksista. Hälytykset voidaan muodostaa mittaustiedoista, niiden muutoksista tai ennusteista.

### 3.3.5. Ennusteet

Määrittelyvaiheessa sovittiin, että keskusasema muodostaa keräilytietojen perusteella lyhyen aikavälin (0-2 h) ennusteen työasemien käyttöön. Ennustemoduli rakennetaan niin, että se voidaan myöhemmin korvata muuttamatta muuta ohjelmistoa. Projektin edetessä ei tätä tehty vaan ennustemoduli korvattiin tiesääasemien omalla lyhyellä varoitusenusteella.

### 3.3.6. Anturitiedon jatkojalostus

Järjestelmä sisältää modulin, joka tuottaa tiesääsämien anturitiedoista korkeamman tason analysoitua tietoa halutuilla algoritmeilla. Algoritmeissa voidaan käyttää eri anturitietojen yhdistelyä, numeerista käsittelyä sekä raja-arvojen avulla tapahtuvaa kvantisointia.

### 3.3.7. Käyttäjäviestit

Työasemilta toiselle lähetettäviä viestejä varten muodostetaan oma yksinkertainen postinhallinta. Käyttäjäviestien hallintaan tarvitaan lisäohjelmisto, joka kykenee siirtämän käyttäjäkohtaiseen postilaitikkoon kertyneet postit työasemille. Vastaavasti työasemilla muodostetut viestit tulee saattaa järjestelmän postitusohjelman käyttöön.

Postiohjelmisto sisältyi vasta II-vaiheen ohjelmistotoimitukseen. Postinhallintaan liittyvät asiat aiheuttivat vielä paljon lisätyötä rakennusvaiheessa.

### 3.3.8. Käsillä syötetyt kelitiedot

Kentällä havaittuja kelitietoja voidaan syöttää järjestelmään. Tietoihin liitetään positio- ja aikatiedot ja ne siirretään keskuskooneille tietokantaan edelleen jaettavaksi muille työasemille.

### 3.3.9. Yhteys Ilmatieteen laitokseen

Tiedonsiirto jaettiin kolmeen eri kokonaisuuteen:

- tutka- ja satelliittikuvat
- tiesääennusteet
- tiesääsämien havaintotiedot.

Teknisen määrittelyn yhteydessä sovittiin, että Ilmatieteen laitoksessa muodostetaan yksi yhteinen tutka- ja satelliittikuva Suomen alueelta. Se pakataan ja siirretään tielaitoksen järjestelmään. Toetusvaiheessa tilanne muuttui ja tutka sekä satelliittikuvat toimi-

tettiin erillisenä. Tiesääennusteet sovittiin siirrettäväksi kiinteäkokoisessa taulukossa ASCII-muotoisena.

Tiesääasematietojen siirron Ilmatieteen laitokselle määriteltiin tapahtuvan kuten muillekin ulkopuolisille tiedon tarvitsijoille. Käytännössä Ilmatieteen laitoksen aluekeskukset rinnastettiin tiemestaripiireihin ja niihin toimitettiin samanlaiset työasemat kuin muillakin käyttäjillä oli.

### 3.3.10. Tietokanta

Tietokanta määriteltiin koostuvaksi kuudesta osasta:

- konfigurointitiedot
- lyhyen ajan mittaustiedot
- pitkän ajan mittaustiedot
- hälytystiedot
- satelliittikuvat
- ennusteet.

Keskusasema toimii tiesääpalvelujärjestelmässä työasemien tietokantapalvelimena. Se ylläpitää aina ajan tasalla olevaa tiesääasemien mittaustiedoista koostuvaa tietokantaa, josta työasemat voivat hakea omasta tietokannastaan puuttuvat tiedot. Toteutusvaiheessa havaittiin tarpeelliseksi perustaa myös varsinaisten tietokantojen lisäksi välitiedostoja, jotka nopeuttivat tiedonsiirtoa keskusasemalta työasemalle.

### 3.4. Tekninen toteutus

Keväällä 1988 olivat tiesääpalvelun järjestelmäkuvaus ja keskusase-maohjelmiston määrittelyprojektin raportti valmiina. Eri työryhmien kokouksia oli projektin aikana pidetty 28 kappaletta. Kymen tiepiirissä toimi tiesääjärjestelmän kokeiluversio mikropohjaisena.



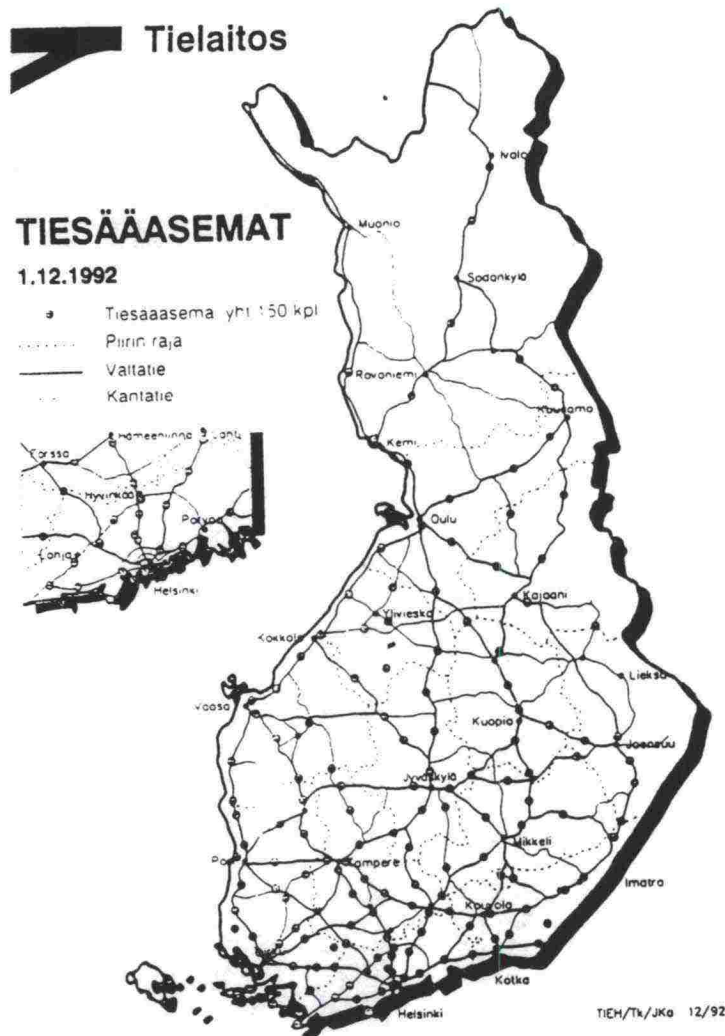
Alkuperäisestä projektisuunnitelmassa esitetystä tiukasta aikataulusta oltiin noin vuosi jäljessä. Osittain tämä johtui siitä, että varsinainen projekti päästiin alkamaan noin puoli vuotta aikataulusa esitettyä myöhemmin. Osittain aikataulua pidensi tielaitoksen sisäinen päätöksenteko valittaessa toimittajia järjestelmälle sekä järjestelmän teknisten periaatteiden käsittely.

Tehdyn työn ja tuotetun aineiston perusteella oli keväällä 1988 mahdollisuus tehdä päätöksiä järjestelmän toteuttamisesta. Halukkaita laitteistojen ja ohjelmistojen toimittajaehdokkaita oli ollut useita. Näiden kanssa oli käyty keskusteluja jatkotoimenpiteistä. Tiesääasemissa oli jo päädytty Vaisalan valmistamiin asemiin. Keskuskonehankintojen osalta päädyttiin järjestämään tarjouskilpailu eri laitetoimittajille. Työasemaohjelmistosta oli melko valmis kokeiluversion Kymen piirissä, sitä päätettiin edelleen kehittää. Koko ohjelmiston kehitystyöstä päätettiin pyytää tarjous Vaisala Oy:ltä.

Tarkoituksena oli saada yksi päätoimittaja koko ohjelmistoprojektille, jos tarjous omien ohjelmistotyöarvioiden perusteella olisi kilpailukykyinen. Yhden päätoimittajan periaatteella oli tarkoitus, että omaa työpanosta ei turhaan hukkaudu asioiden selvittelyyn eri toimittajien kanssa. Vikatilanteiden sattuesssa olisi aina yksi paikka, johon ongelmat voisi jättää ratkaistavaksi.

#### 3.4.1. Laitteistot

Perushavaintolaitteiden eli tiesääasemien hankinnat jakautuivat usealle vuodelle. Varsinaiset asemahankinnat alkoivat vuonna 1986, jolloin hankittiin 19 tiesääasemaa kahden edellisvuonna hankitun kokeiluaseman lisäksi. Vuosittain asemien määrä kasvoi vähitellen ja vuonna 1990 hankittiin edellisvuosia enemmän asemia, koska järjestelmä oli määrä ottaa käyttöön useissa piireissä. Vuoden 1992 loppuun mennessä asemia oli n.150. (Kuva 1.)



Kuva 1. Tiesääasemat Suomessa vuoden 1992 lopulla

Tarkoituksena oli hankkia mahdollisimman samanlaiset asemat koko maahan ja näin helpottaa huolto- ja ohjelmistotöitä. Varhemmin hankittujen asemien ohjelmistot jouduttiin päivittämään ennen uuden järjestelmän käyttöönottoa. Lisäksi asemissa oli joitakin teknisiä ongelmia, joiden vuoksi antureita piti uusia.

Tiesääasemien suurimpana teknisenä ongelmana oli sadetietojen heikko taso alkuperäisessä tiesääasemassa. Tielaitos puuttui tähän ja laitetoimittaja suunnitteli uuden sadeanturin juuri kunnossapitäjän tarpeita ajatellen. Sadetietojen tarkkuus parani huomattavasti, mut-

ta edelleen ongelmaksi jäi lumisade yli 4 asteen pakkasella ja tuulisella säällä. Sitä ei uusikaan anturi kyennyt kunnolla ilmaistamaan. Uusissa antureissa oli alkuvaiheessa teknisiä ongelmia ja monet niistä jouduttiin vaihtamaan takuutyönä.

Keskustietokoneiksi hankittiin tarjouskilpailun jälkeen Hewlett-Packardin Unix-laitteet; osin hinnan, osin laitossyhtenäisyyden vuoksi. Tehokkuuden kriteereinä käytettiin teknisen määrittelyn yhteydessä selvitettyjä laitevaatimuksia. Keskuskoneita ei hankittu kaikkiin piireihin. Kuopio, Keski-Pohjanmaa ja Lappi käyttivät yhteistä konetta lähipiirin kanssa. Koneita hankittiin kaikkiaan 11 kappaletta.

Työasemiksi suositeltiin tiemestaripiirejä hankkimaan uudet vähintään PC/AT-tasoiset värinäytölliset mikrot. Myöhemmin vaatimukset tarkentuivat vielä VGA-näytöksi. Työasemat hankittiin muiden laitehankintojen ohessa ja muuhunkin kuin vain tiesääkäyttöön. Tiesääjärjestelmän selvä käyttökelpoinen sovellus nopeutti tiemestaripiirien mikrotietokonehankintoja.

Tiepiirit ovat hankkineet omin varoin tiesääasemat ja työasemat. Keskuskoneista osa hankittiin keskitetysti tiehallituksen rahoittamana ja osa suoraan piirien rahoittamana.

#### 3.4.2. Ohjelmistot

Ohjelmistotoimitukset jaettiin keskusasemaohjelmistoihin ja työasemaohjelmistoon. Keskusasemaohjelmistotoimitus jaettiin vielä I ja II vaiheeseen. Myöhemmin toimitusta täydennettiin III vaiheella, joka täydensi määritellyn ohjelmiston ominaisuuksia. Sekä keskusasema että työasemaohjelmiston kehitys kulki rinta rinnan, koska eri ominaisuuksien lisäys tuli tapahtua molempiin.

Järjestelmän I-vaihe käsitti tiedonkeruun, käsittelyn, tallentamisen ja jaon työasemille. Toteutus tapahtui aikataulun mukaan, kun ohjelmistotilaus oli tehty. Tietoja kerättiin ja käsiteltiin vain yhden tiepiirin alueelta ja ohjelmisto toimi suhteellisen luotettavasti.



Järjestelmän II-vaihe sisälsi I-vaiheen ominaisuuksien lisäksi tietojen välityksen eri tiepiirien kesken, yhteydet Ilmatieteen laitokseen, ennusteet ja tutka- sekä satelliittikuvat ja postin. Toteutuksen aikataulu venyi yli suunnitellun. Tämä johtui useista asioista. Järjestelmän I-vaiheessa oli tehty mm. sellaisia atk-tekniisiä ratkaisuja sekä tietokannan rakenteessa että tiedonsiirrossa, että ne jouduttiin rakentamaan uudestaan. Välittömiä kustannuksia näistä muutoksista ei tilaajalle tullut, mutta aikataulu viivästyi. Järjestelmän II-vaiheen toteutuksen aikana oli jonkin verran ongelmia keskusasemaohjelmiston ja työasemaohjelmiston ominaisuuksien yhteensovittamisessa. Tietoliikennettä näiden välillä paranneltiin moneen kertaan.

Ohjelmiston kehitysvaiheessa tielaitoksessa lisättiin määrittelevää ja testaavaa henkilöstöä. Tällä taattiin se, että ohjelmiston kehittämisen aikataulu ei ollut tilaajan toimenpiteistä kiinni.

Toimittajalla oli ilmeisiä henkilöresurssiongelmiä. Keskusasemaohjelmiston kehityshenkilöstöä vaihtui. Työasemaohjelmiston ohjelmointityö keskittyi lähinnä yhden henkilön varaan, vaikka uusia henkilöitä yritettiin ottaa mukaan. Rekrytointiyrityksissä oli vaikeuksia ja ilmeistä epäonnea. Ehkä ei ajoissa kyetty näkemään työn kokonaisu määrää. Loppuvaiheissa uusien resurssien käyttöönotto on vaikeata ja aikaavievää. Aikatauluihin vaikuttivat samanlaisen ohjelmiston toimitukset samaan aikaan myös Ranskaan. Vaikka tehtävä ohjelmointityö palveli molempia projekteja, hajaantui työpanos. Aivan loppuvaiheessa vaihtoi myös työasemaohjelmiston toimittaja henkilöstöä.

Järjestelmän III-vaihe sisälsi teknisiä parannuksia tietokantoihin, tietoliikenteen seurantaan, yhteyksiä ulkopuolisiin tietojärjestelmiin ja tiedonhakumenetelmiä. Se toteutettiin täysin aikataulun mukaisesti.

Koko ohjelmistoprojektin aikana tuli erittäin selvästi ilmi, että vaikka ohjelmisto ostetaan "avaimet käteen"-periaatteella, niin se sitoo tilaajan henkilöresursseja koko toimituksen ajan tarkennusmäärittelyihin ja testaamiseen.

### 3.4.3. Tietoliikenne

Tiesääpalvelujärjestelmä on suureksi osaksi tietoliikennettä. Havaittu tieto toimitetaan havaintopaikalta tiedon käyttäjälle sopivaksi muokattuna. Järjestelmän toiminta on automaattista ja näin ollen tiedonsiirron tulee tapahtua kaikissa oloissa ja kaikilla linjayhteyksillä ilman erillistä operointia. Tämä asettaa käytettävälle tiedonsiirtotavalle erittäin suuria laatuvaatimuksia.

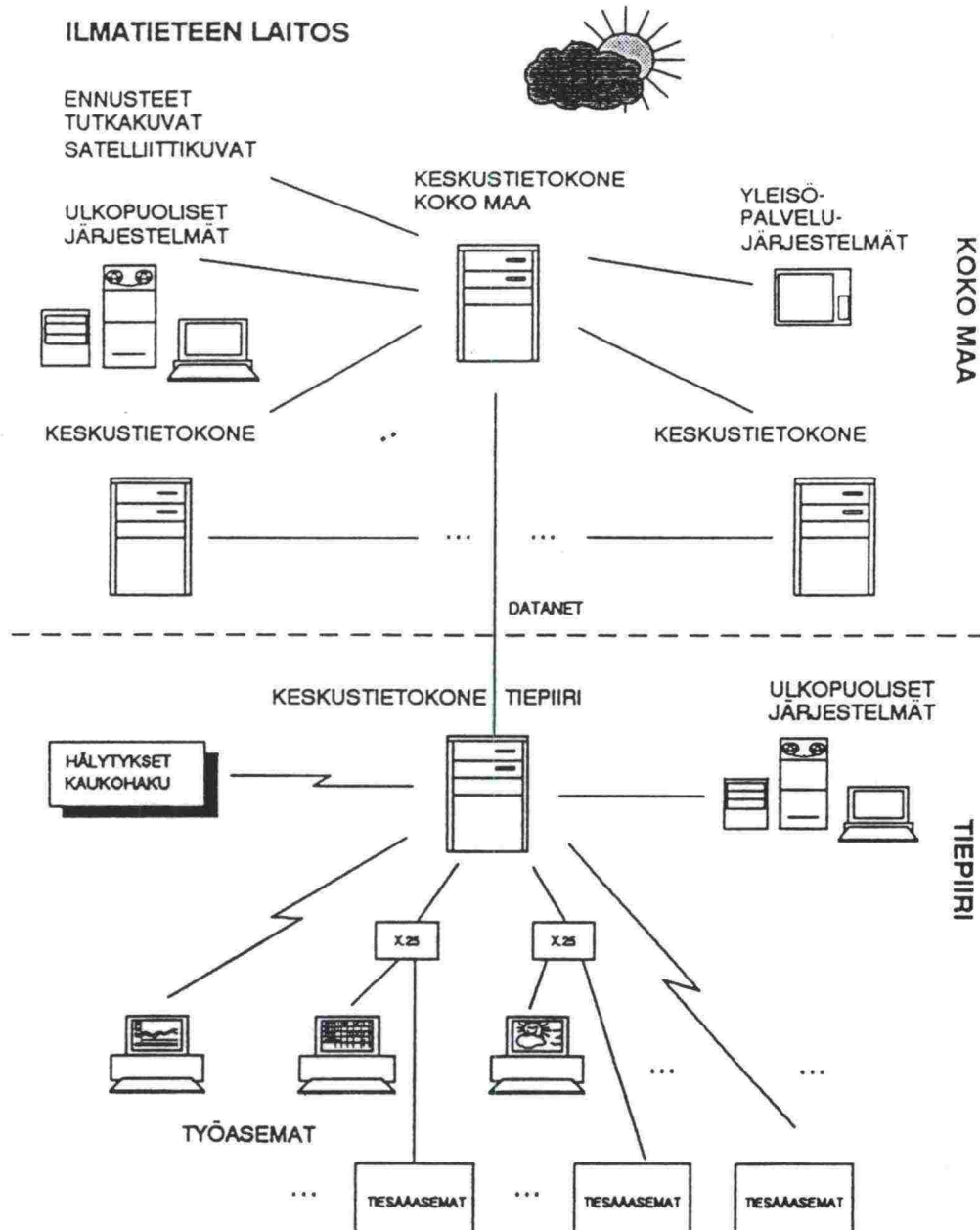
Tiesääjärjestelmän suurin yksittäinen käyttökustannus ovat tiedonsiirtokustannukset. Tiedonsiirto pitäisi hoitaa mahdollisimman laadukkaasti ja edullisesti.

Järjestelmän määrittelyvaiheessa laskettiin kustannuksia eri tiedonsiirtovaihtoehtoille. Tiedonsiirto päädyttiin toteuttamaan laatuvaatimusten vuoksi pääsääntöisesti pakettiverkko-yhteyksiä käyttäen. Lisänä käytettiin kiinteitä johdinyhteyksiä ja valinnaista puhelinverkkoa niissä tapauksissa, joissa se oli selvästi edullisempaa. Järjestelmän laajuudesta johtuen pelkkien valinnaisten yhteyksien avulla toimivuutta ei olisi voitu taata, koska yhteydenmuodostusajat olisivat hidastaneet järjestelmän toimintaa. Projektin edetessä tiedonsiirtotekniikassa tapahtui edistystä ja keskuskoneiden välisiin yhteyksiin otettiin uusi DATANET-palvelu, joka oli erittäin nopea ja kiinteähintainen uusi datasiirtopalvelu. DATANET-palvelu soveltui erinomaisesti muuhunkin tiepiirien väliseen tiedonsiirtoon ja etäisoperointiin hyvien laatuominaisuuksiensa perusteella.

Tiesääjärjestelmä oli tielaitoksen ensimmäinen tosiajassa automaattisesti toimiva tietojärjestelmä. Monien uusien asioiden opettelu ja syntyneiden ongelmien vuoksi voidaan jälkikäteen todeta, että tiesääjärjestelmää ei käytännössä olisi voitu toteuttaa saavutettua aikataulua nopeammin. Tielaitoksessa vallitsi samanaikaisesti periaate, jossa vastuuta atk-asioissa siirrettiin keskushallinnolta tiepiireille. Tietoliikenneyhteyksien rakentaminen tuli piirien omalle vastuulle. Samanaikaiset taloudellisuuden kiristyneet tavoitteet aiheuttivat piireissä paljon selvitystyötä nimenomaan tietoliikenneasioissa.

Tiesääjärjestelmän toimintaperiaate laitteineen ja tietoliikenneyhteyksineen selviää kuvasta 2.

## TIESÄÄPALVELUJÄRJESTELMÄ TIELAITOS



Kuva 2. Kaaviokuva Tielaitoksen koko maan kattavasta tiesääjärjestelmästä ja siihen liittyvistä yhteyksistä.



#### 3.4.4. Yhteistyö eri tahojen kanssa

Tiesääpalvelun kehittäminen oli paljolti yhteistyötä eri tahojen kanssa. Toiminnallisista, teknisistä ja taloudellisista asioista piti päästä yksimielisyyteen. Tämä ei aina ollut helppoa. Yhteistyösapuolina olivat lähinnä tielaitos, Ilmatieteen laitos, ohjelmistokonsultit, laitetoimittajat ja tietoliikennetoimittajina sekä Tele että yksityiset puhelinyhdistykset.

Jo tielaitoksen sisäinen yhteistyö oli merkittävää, sillä järjestelmä kehitettiin poikkeuksellisesti Kymen tiepiirin ja tiehallituksen yhteistyönä piiripainotteisesti tehtynä. Yhteistyö piirin, tiehallituksen ja keskushallinnon atk-yksikön kanssa oli koko projektin aikana kiinteää ja erittäin hyvää. Projektin vetäjän tuleminen tiepiiristä ei haitannut järjestelmän kokonaissuunnittelua koko laitoksen ja kaikkien piirien käyttöön. Järjestelmästä tuli ehkä paremmin tiepiirien toimintaa tukeva ja käytännönläheisempi kuin jos se olisi suunniteltu pelkästään keskushallinnosta käsin. Kymen tiepiirin suhtautui kehitysprojektiin erittäin positiivisesti ja projektin vetäjälle järjestettiin mahdollisuudet projektityöhön.

Projektissa käytetyt työryhmät antoivat myös selvän tuen käyttäjiltä. Järjestelmän määrittely päästiin tekemään käyttäjien tarpeisiin. Lisäksi projektiorganisaatio takasi tuen projektille ja projektin vetäjälle koko ajan. Rahoitus ohjelmistoprojektien osalta hoidettiin keskushallinnosta ja sen suhteen ei ongelmia ollut missään vaiheessa. Henkilöresursseja projektiin lisättiin sekä Kymen piirissä että keskushallinnossa projektin edetessä, mutta voidaan sanoa, että projekti vietiin läpi hyvin pienin tielaitoksen omin henkilöresurssein. Henkilöt, jotka kehittämisessä olivat mukana, olivat hyvin motivoituneita työhön ja tekivät projektityötä myös omalla ajallaan ilman korvauksia.

Yhteistyö Ilmatieteen laitoksen kanssa oli koko projektin ajan kiinteä ja hyvä. Käsiteltävät asiat liittyivät kiinteästi molempien laitosten toimialaan. Projektin vetäjällä oli aikaisempi pitkä työkokemus myös ilmatieteen laitoksessa ja tiesääpalvelun kehittämisessä. Ilmatieteen laitokselta tilattiin kehitystyötä sekä tiesääennus-

teisiin että tutka- ja satelliittikuviin. Järjestelmää varten kehitettiin omia juuri tiesääpalvelua varten sopivia tuotteita. Kehitystyö oli positiivista, mutta aikataulujen suhteen ei Ilmatieteen laitos pystynyt noudattamaan suunnitelmia.

Ohjelmistokehityskonsultit olivat projektissa merkittäviä. Suhteet tilaajan ja toimittajan välillä pysyivät koko projektin ajan asiallisina. Ohjelmiston kehitystyön hinnoittelussa päästiin yksimielisyyteen, kun sovittiin toimittajan kanssa periaatteesta, että tehtävään tuotteeseen on toimittajalla edelleenmyyntioikeus. Näin saatiin tielaitoksen maksamaa hintaa ohjelmistosta huomattavasti alennetuksi. Aikatauluviivästysten vuoksi projektin II-vaiheessa joutui tilaaja käymään vakavia keskusteluja toimittajan kanssa tehtävästä työstä ja yhteistoiminnan jatkumisesta. Yhteisymmärrykseen kuitenkin päästiin.

Atk-laitteiden ja varusohjelmistojen hankinnat tehtiin kuten muutkin tielaitoksen hankinnat. Periaate, että järjestelmässä käytetään vain laitearkkitehtuuriin yhteensopivia laitteita, helpotti hankintatilannetta.

Tietoliikenneyhteistyötä tehtiin lähinnä Telen asiantuntijoiden kanssa. Järjestelmässä käytetty tekniikka oli suunnitteluvaiheessa vielä uutta Telen asiantuntijoillekin ja aiheutti jonkin verran pulmia. Varsinaiset ongelmat tulivat vasta käyttöönottovaiheessa.

Muiden tahojen kanssa yhteistyö oli enemmän kertaluonteista. Sisäasiainministeriö ei halunnut olla yhteistyössä esitetyissä radioaktiivisuusmittauksissa. Yleis- ja paikallisradiot olivat koko projektin ajan kiinnostuneita yleisöpalveluihin liittyvästä yhteistyöstä.

### 3.5. Käyttöönotto

Tiesääpalvelujärjestelmä otettiin käyttöön asteittain. Järjestelmän suunnittelu ja kehittämisvaiheessa kokeiltiin erilaisia versioita. Ongelmana oli projektin loppuvaiheissa se, että käyttöönottoa olisi piirien taholta haluttu nopeuttaa. Järjestelmän teknisen valmiuden ja lähinnä tietoliikennepuolen piirikohtaisten valmistelujen vuoksi



käyttöönoton aikaistaminen oli erittäin vaikeata. Toisaalta halu aikaistaa käyttöönottoa todisti selvästi, että järjestelmälle oli tilaus käyttäjäpuolelta.

### 3.5.1. Kokeilut ja ohjelmistojen käyttöönotto

Projektin määrittelyvaiheen aikana hankittiin tiesääasemia Kymen ja Vaasan tiepiireihin vuosina 1986-1987. Tiesääasematietoja katseltiin yksinkertaisella piirturipäätteellä. Vaisala Oy oli tehnyt ohjelmiston Basic-kielellä Canon laskimiin. Kokemukset tästä yksinkertaisesta tavasta seurata tiesääasematietoja olivat hyviä ja laitteistot palvelivat tiemestareita muutaman vuoden. Kyseisestä mikro-ohjelmasta tehtiin Kymen piirissä vastaava yksinkertainen sovellus myös IBM-yhteensopiville mikroille. Myös tällä ohjelmalla oli käyttöä useassa tiepiirissä ennen varsinaisen tiesääohjelmiston valmistumista.

Ensimmäinen uuden järjestelmän kelinseurantaohjelmisto asennettiin Kausalaan Kymen tiepiiriin 1.12.1988. Se oli Vaisalan tekemä kokeiluversio työasemaohjelmistosta, joka kykeni keräilemään tietoja eri tiesääasemilta. Näyttöinä oli jo kartta-, käyrä- ja taulukkonäyttöjä. Ensimmäinen versio oli englanninkielinen, koska ohjelmistoa markkinoitiin myös Suomen ulkopuolelle.

Koko tiepiirin tiesääasemien tietoja keräävä ja edelleen työasemille tietoa välittävä ns. Icecast-ohjelmisto asennettiin Kymen tiepiiriin 1.4.1989 eli noin vuoden järjestelmäkuvauksen valmistumisen jälkeen. Ohjelmisto toimi mikropohjaisena ja oli Dos-ympäristön moniajotyyppinen ohjelmisto. Keskuskoneena olleessa mikrossa oli neljä sarjaporttia eri yhteystoimintoja varten ja ohjelmisto pystyi hallitsemaan tapahtumien limittäiset toiminnot. Yhtä linjaa myöten kerättiin tietoa asemilta, yhdelle otettiin ilmoittautumisia ja kahta linjaa myöten jaettiin tietoa käyttäjien työasemille. Ohjelmiston voidaan sanoa toimineen jo tuotantoversiona Kymen piirin kunnossapidolle. Myöhemmin sama ohjelmisto siirrettiin keskusmikroineen Kuopion tiepiiriin.

Vuotta myöhemmin eli 26.4.1990 otettiin Unix-pohjainen keskusasemaohjelmisto käyttöön Kymen piirissä. Järjestelmä sisälsi tietojen

keräilyn yhden tiepiirin alueen tiesääasemilta, tietojen taltioinnin, jakelun työasemille sekä hälytystoimintojen kokeiluversiot. Ohjelmisto toimi suhteellisen luotettavasti ja ohjelmistotoimituksen II-vaiheen kanssa ilmenneiden ongelmien vuoksi se jouduttiin ottamaan käyttöön myös eteläisen Suomen tiepiireissä talvella 1990-91. Alkuperäisten suunnitelmien mukaan piti silloin ottaa käyttöön jo ohjelmiston lopullinen versio. Ongelmia ei ollut pelkästään ohjelmiston valmistumisen vaan myös tietoliikenneyhteyksien valmistumisen kanssa ja näinollen talvi 1990-91 meni harjoittelun merkeissä. Yhteenveto käyttöönnotosta on esitetty liitteen 1 sivulla 4.

Syksyn 1991 aikana saatiin otettua käyttöön koko maassa tiesääjärjestelmän II-vaiheen versio, joka sisälsi jo tiepiirien välisen tietoliikenteen sekä Ilmatieteen laitoksen yhteydet. Tutkakuvaa välitettiin Helsingin ja Maskun tutkilta ja mukana oli myös satelliittikuvan välitys. Satelliittikuva oli teknisten ongelmien vuoksi vielä lähinnä testitarkoituksessa välitettyä tietoa, koska kuvan sisältämä informaatio oli liian vaikeasti ymmärrettävässä muodossa. Edellisessä ohjelmistoa vaivanneet tiedonsiirto-ongelmat, joiden vuoksi siirrettävän tiedon määrä oli ollut liian suuri, oli saatu poistettua.

Kesän 1992 aikana uudistettiin järjestelmää mm. satelliittikuvan osalta paremmin käyttäjää palvelevaksi. Ilmatieteen laitos kehitti ns. satelliittituotteen, jossa satelliittikuvaa tulkittiin atk-ohjelmiston avulla. Käyttäjille lähetettiin tuote, jossa näkyivät vain sadealueet eri voimakkuuksien mukaan jaoteltuna. Tuotteen hyvänä puolena oli sen helppo tulkittavuus käyttäjille, mutta huonona puolena epätarkkuus sadealueen rajoissa ja sateen voimakkuuseroissa. Kesän ja syksyn 1992 aikana käyttöön otetussa ohjelmistoversiossa oli tietoliikenteen teknisiä parannuksia. Yhteyksien seuranta ja yleisöpalveluyhteyksiä sisältävän ohjelmistoversion III tekeminen ajoitui syksyyn 1992 ja käyttöönotto tapahtui keväällä 1993.



### 3.5.2. Tiedotus ja käyttäjien koulutus

Tiesääpalvelujärjestelmästä ja sen kehittämisestä oli tiedotettu tiepiireille kunnossapidon johdon neuvottelupäivillä sekä erillisillä tiedotteilla 1-2 kertaa vuodessa. Julkiselle sanalle tarkoitettu tiedotustilaisuus järjestelmän käyttöönotosta pidettiin 10.1.1992 tiehallituksen tiloissa Pasilassa. Järjestelmän kehitykseen liittyviä kirjoituksia oli julkaistu tiealan lehdissä.

Tiesääpalvelujärjestelmän käyttäjät koulutettiin talven 1991-92 aikana. Tiepiireissä pidettiin 1-2 päivän koulutus järjestelmän käyttäjille. Koulutus sisälsi sääopin ja tiesääopin perusteita sekä ohjelmiston käyttö- ja soveltavaa koulutusta. Koulutukseen osallistui tiemestareita kaikista tiemestaripiireistä sekä piirikonttorin henkilöstöä. Koulutusta täydennettiin syksyn 1992 aikana järjestetyillä koulutustilaisuuksilla.

Tiedottamista parannettiin järjestelmäesitteillä, videoilla ja levykkeeltä toimivalla demo-ohjelmalla. Järjestelmäesitteitä tehtiin 1989 ja 1991. Ne sisälsivät tiedot järjestelmän tarkoituksesta ja päätoiminnoista. Esitteet tehtiin sekä suomen- että englanninkielisinä. Ne oli tarkoitettu sekä tielaitoksen omalle henkilöstölle että jaettavaksi asiakkaille esittelytilaisuuksissa. Esittelyvideo tehtiin suomen-, ruotsin- ja englannin kielisenä. Se palveli myös tiedotteena omalle henkilökunnalle. Käytönopastusta varten tehtiin oma video syksyksi 1992. Se sisälsi tietoa järjestelmän käytöstä ja sen sisältämän tiedon tulkinnaista. Molemmat videot tehtiin tiiviiseen, iskevään ja informatiiviseen muotoon. Videoiden käyttö oli perusteltua koulutuksessa sen vuoksi, että lyhyellä aikavälillä haluttiin saada järjestelmän käyttö tutuksi kaikille kunnossapitohenkilöille, joita tielaitoksen n. 140 tiemestaripiirissä on useita satoja.

### 3.5.3. Järjestelmän ylläpito

Järjestelmän kehittäminen oli keskittynyt Kymen tiepiiriin. Käyttöönottovaiheessa sovittiin, että järjestelmän tekninen tuki annettaisiin Kymen piiristä, koska paras asiantuntemus järjestelmään oli siellä. Järjestelmän tukiresursseja lisättiin käyttöönottovaiheessa



ja niitä oli sekä Kymen piirissä että tiehallituksessa yhteensä 2-3 henkilöresurssia. Ohjelmistosta tehtiin tukisopimukset ohjelmistotoimittajan kanssa. Ohjelmistotoimittaja vastasi tuesta Kymen tiesääpäivystykseen, joka hoisi ongelmatilanteet eri piirien osalta.

Alusta asti oli selvä, että järjestelmän toimivuus tuli taata koko talvikauden niin arkena kuin pyhänäkin ja myös virastotyöajan ulkopuolella. Talvella 1991-92 otettiin käytännöksi ympärivuorokautinen tuen hälytettävyyys. Kymen tiepiirissä olevat atk-tukihenkilöt hoitivat päivystyksen ja seurasivat järjestelmän toimintaa keskitetysti koko maassa. Hyvien tietoliikenneyhteyksien avulla pystyttiin Kouvolasta käsin operoimaan kaikkia Suomen tiesääkeskuskoneita pahimpia virhetilanteita lukuunottamatta. Työasemaohjelmiston tukea sai tiehallituksen asiantuntijan sekä Kymen tiesääpäivystyksen kautta. Keskitetyn tuen avulla voitiin tiepiirien atk-tukihenkilökustannuksia vähentää, koska ympärivuorokautista tukea ei tarvinnut järjestää kaikkiin piireihin.

Talvella 1992-93 tuen merkitys korostui entisestään, kun mm. Turun tiepiirin alueella siirryttiin aluepäivystykseen, missä yhdestä pisteestä päivystettiin tiesääjärjestelmän avulla sää- ja kelimuutoksia koko tiepiirin alueella. Talveksi 1992-93 kiristettiin myös laite-toimittajan, HP:n, kanssa tehtyjen huoltosopimusten aikarajoja, koska edellisenä talvena oli havaittu ongelmia laitepuolen korjauksissa. Ne viivästyivät liikaa ja häirtasivat järjestelmän käyttöä.

Järjestelmän ylläpidosta aiheutuneet kustannukset jaettiin vuonna 1991 ja 1992 tiepiireille, jotka korvasivat Kymen tiepiirille tuen järjestämisestä aiheutuneet ylimääräiset kustannukset. Tiehallitus vastasi sille kehittämisestä ja tuesta aiheutuneista kustannuksista.

#### 4. Järjestelmän vaikutukset tienpitoon

Tiesääjärjestelmän vaikutukset voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin vaikutuksiin. Suoria vaikutuksia ovat menetelmämuutokset kunnossapitotoiminnassa ja toiminnan muuttuminen. Epäsuoria vaikutuksia ovat kunnossapitotoiminnan muutosten aiheuttamat vaikutukset tienpitokustannuksiin sekä liikennekustannuksiin. Epäsuoraksi, joskin hyvin merkitykselliseksi, voidaan katsoa tiesääjärjestelmän vaikutus pyrittäessä vähentämään suolausta ympäristöhaittojen pienentämiseksi. Tienpidon tuottavuuteen lasketaan sekä suorat että epäsuorat vaikutukset. Kunnossapitotoimintaan kohdistuvat vaikutukset ovat suoraan rahassa mitattavia. Epäsuorien hyötyjen osalta täytyy käyttää kansantaloudellisia arviointiperusteita. Ympäristövaikutuksissa ei vielä ole olemassa selviä laskukaavoja. Tielaitos on korvausvelvollinen aiheuttamistaan ympäristöhaitoista. Suolauksen vuoksi on korvattu mm. yksityisten talouksien vesihuoltojärjestelmiä usealla miljoonalla markalla.

##### 4.1. Tavoitteet ja vaikutukset kunnossapitoon

Teiden talvihoidon tavoitteet ovat tiesääjärjestelmän aikana pysyneet pääosin ennallaan. Niitä kuvataan tielaitoksen vuosina 1986 ja 1992 tuottamissa kirjoissa "Teiden talvihoito -ohjeet". Talvikunnossapidon keskeisiä tavoitteita ovat liikenneturvallisuus ja liikenteen sujuvuus. Tien käyttäjän kannalta on tärkeää, että ajo-olosuhteet ovat mahdollisimman tasaiset ja yllätyksettömät.

Tiesääjärjestelmän rakentamisen alkuvaiheessa painotettiin liikenneturvallisuuden parantamista ja teiden kunnon tasalaatuisuutta. Vuoden 1992 ohjeissa tuli pyrkimys vähentää suolan käyttöä liukkaudentorjunnassa. Talvihoitokaluston kehittyminen lisäsi mahdollisuuksia suolan käytön vähentämiselle. Tiesääjärjestelmän osuus oli turhan suolan käytön pois jättäminen ja optimaalisten suolamäärien käyttö. Vuoden 1992 ohjeissa sallittiin vilkkaimmin liikennöityjen teiden osalta tavoitekunnossa hiukan huonommat kitka-arvot kuin vuoden 1986 ohjeissa (kuntoluokka 4, muutos kitkassa 0.35 -> 0.30 alarajan osalta).



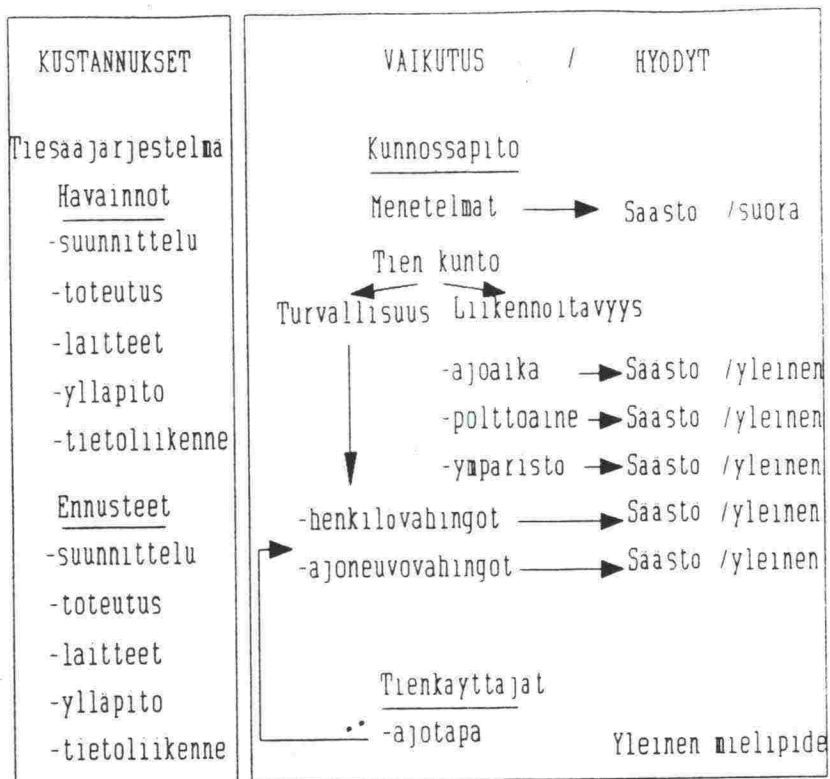
Tiesääpalvelujärjestelmän alkuperäisenä tavoitteena oli parantaa talvikunnossapidon sään ja kelin hallintaa niin, että liukkauden torjunta ja auraus voidaan toteuttaa oikea-aikaisesti ja suunnitelmallisesti. Suurin hyöty arvioitiin saavutettavan tienpinnan jääty-misen ennakkoinnissa ja siten liukkaan kelin onnettomuuksien elimi-noinnissa.

#### 4.2. Järjestelmän kustannukset

Tiesääjärjestelmän kustannukset koostuvat investointi- ja vuosittai-sista kustannuksista. Investointikustannuksiin kuuluvat järjestelmän suunnittelu, tiesääasemien perustaminen, tiesääjärjestelmän ohjel-miston rakentaminen ja tiesääjärjestelmän atk-laitteiden hankinta sekä tietoliikenneyhteyksien perustaminen. Järjestelmän käyttökoulu-tus voidaan laskea investointikustannuksiin. Vuosittaisiin kustan-nuksiin kuuluvat tietoliikennekustannukset, laitteiden ja ohjelmis-tojen huolto sekä ylläpito. Lisäksi vuosittaisiin kustannuksiin las-ketaan Ilmatieteen laitokselta ostettava tiesääpalvelu, joka sisäl-tää ennusteita ja tutka- sekä satelliittikuvatietoa.

Edellä esitetty järjestelmän kustannusjako noudattelee pääosin COST 309 -projektiin kehitettyä kustannus-hyöty kaaviota, mutta joiltain osin sitä on tarkennettu (Kuva 3).





Kuva 3. Tiesäapalvelun kustannus-hyöty -kaavio, EUR 13847 EN 1992

Cost 309 -raportin yhteydessä arvioitiin tiesäajärjestelmän kustannuksia yhden tiepiirin, Kymen tiepiirin, kannalta. Vuotuisiksi kustannuksiksi arvioitiin 0.7 milj. mk. Investointikustannuksiksi saatiin 21 milj. mk koko maan osalta. Se jaettiin 13 tiepiirin kesken ja arvioitiin kuoletettavan 6 vuoden aikana, mistä saatiin vuosikustannukseksi 0.27 milj. mk yhtä tiepiiriä kohti. Näin kokonaiskustannukset vuosittain olisivat 0.97 milj. mk yhdessä tiepiirissä.

Jälkikäteen voidaan järjestelmän rakentamiskustannusten arviota hiukan tarkentaa.

## Investointikustannukset:

-järjestelmän suunnittelu ja koulutus, omaa työtä, yhteensä n. 5 henkilötyövuotta	n.	1.0	milj.mk
-ohjelmistot, ostettu palvelu	n.	2.9	"
-tiesääjärjestelmän keskuskoneet	n.	3.0	"
-tiesääjärjestelmän työasemat, n. 1/3 osa tiesääkäyttöä	n.	0.7	"
-tietoliikennehankinnat, lähinnä vuokralaitteistoa	n.	1.0	"
-tiesääasemat, pystytys- ja tietoliikennekustannuksineen	n.	15.0	"
		-----	
Yhteensä		23.6	milj.mk

## Vuosittaiset kustannukset:

-ylläpito, ohjelmistot	n.	0.5	milj.mk
-tietoliikenne	n.	4.0	"
-Ilmatieteen laitoksen tuotteet	n.	1.0	"
-tieasema- ja keskuskonehuolto	n.	0.9	"
		-----	
Yhteensä mk /v	n.	6.4	milj.mk

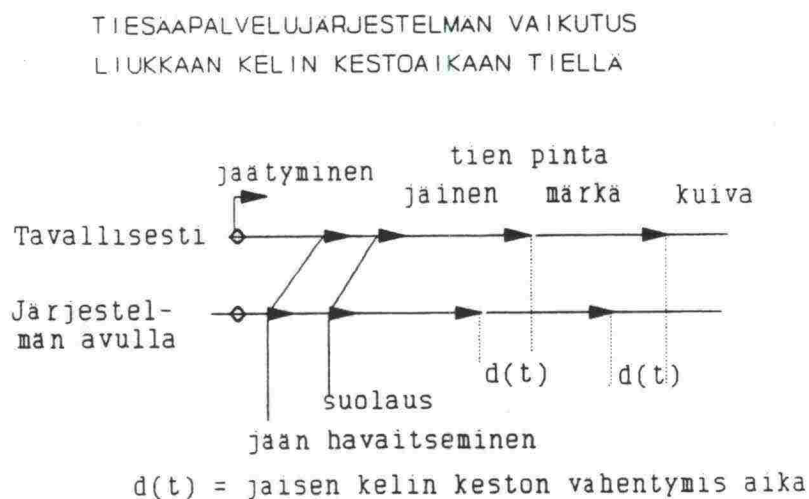
Näiden tarkempien arvioiden mukaan kuolettaen investoinnit 6 vuoden ajalle ja 13 tiepiirille ja vuosittaiset kustannukset yhteen las-  
kien, saadaan vuosikustannuksiksi 0.3 milj. mk ja 0.5 milj. mk eli  
yhteensä 0.8 milj. mk vuodessa yhtä tiepiiriä kohti.

Edellä esitetyt laskelmat perustuvat tiesääpalvelun kehittämispro-  
jektissa tehtyihin työaika-arvioihin sekä ohjelmisto- ja laitehan-  
kintasopimukseen.

#### 4.3. Hyödyt yhteiskunnalliselta kannalta

Tiesääpalvelujärjestelmästä saadaan välillisiä hyötyjä ajokustannuk-  
sissa ja ympäristökustannuksissa. Ympäristökustannusten arvioiminen  
on vaikea ja tässä yhteydessä keskitytään ajokustannusvaikutuksiin.

Tiesääpalvelujärjestelmän vaikutukset ajokustannuksiin perustuvat  
kunnossapidon nopeutuneeseen ja ajoitukseltaan oikeampaan toimintaan  
verrattaessa tilanteeseen, jossa tiesääjärjestelmää ei ole käytössä  
(Kuva 4).



Kuva 4. Tiesääjärjestelmän vaikutus liukkauden kestoon tiellä, EUR  
13847 EN 1992



Tiesääpalvelujärjestelmän oikea käyttö nopeuttaa kunnossapitotoimia aikavälin  $d(t)$  verran. Teiden liukkaanaoloaika lyhenee myös saman verran. Samoin lumisadetilanteessa tiet ovat nopeammin puhdistetut. Koska onnettomuusriski on verrannollinen tienpinnan liukkauteen, paraneekin liikenneturvallisuus teiden ollessa lyhyemmän ajan liukkaita. Nopeutunut lumen poisto parantaa ajo-olosuhteita ja vähentää ajoneuvokustannuksia.

Säästöt ajokustannuksissa voidaan esittää kunkin ajokustannusosuuden säästöjen summana.

$$\begin{aligned} \text{Ajokustannussäästöt} &= \text{onnettomuuskustannussäästöt} + \\ &\quad \text{aikakustannussäästöt} + \\ &\quad \text{ajoneuvokustannussäästöt} \end{aligned}$$

Ajokustannusten säästöjen laskemista yksinkertaistetaan muutamilla lisäoletuksilla. Oletetaan kunnossapitotoimien jakautuvan satunnaisesti eri vuorokaudenajoille. Oletetaan, että muutokset liikennemäärissä kunnossapitotoimenpiteiden aikana eivät vaikuta lopputulokseen. Yksinkertaistetaan kelinmuutosketju (jäinen-loska-märkä-kuiva) suoraksi muutokseksi jäisestä kuivaksi.

Yhtenä tiesääjärjestelmän vaikutuksena voi olla esimerkiksi liukkautorjunnan nopeutuminen kolmesta tunnista puoleentoista tuntiin liukkauden alkamisajankohdasta laskien. Tällainen parannus kunnossapitotoiminnassa aiheuttaisi 3-17 % vähennyksen onnettomuuskustannuksissa alueesta ja vuodesta riippuen (TVH 741843 1987).

Onnettomuuskustannussäästöt voidaan esittää seuraavan kaavan muodossa

## Onnettomuuskustannussäästöt

$$S_{acc} = \sum_{k=1}^3 (\Delta R_k * UC_k) * \sum_{i=1}^n \left[ (F_i * \Delta T) * \sum_{j=1}^n (L_{ij} * ADT_{ij} / 1440) \right]$$

$\Delta R_k$  =  $R(jaa) - R(luiva)$  = onnettomuusriskin muutos  
(onnettomuutta / km)

$UC_k$  = onnettomuuden yksikkökustannus  
k = onnettomuusluokka  
1 = kuolemaan johtaneet  
2 = henkilövahinkoon johtaneet (pois lukien 1)  
3 = kaikki onnettomuudet (pois lukien 1 ja 2)

$F_i$  = liukkaudentorjuntatoimenpiteet / vuosi / kunnossapitoalue  
i = kunnossapitoalue

$\Delta T$  = arvioitu liukkaudentorjuntatoimenpiteen nopeutuminen  
tiesäpäpalvelun ansiosta

$L_{ij}$  = tieverkon pituus  
i = kunnossapitoalue  
j = tieluokka

$ADT_{ij}$  = keskimääräinen vuorokausiliikenne  
i = kunnossapitoalue  
j = tieluokka

1440 = minuutteja 24 tunnissa

Nopeampi liukkauden torjunta ja auraus parantaa liikennöitävyyttä, matka-aika lyhenee tiesäpäpalvelujärjestelmän aiheuttaman kunnossapidon nopeutumisen myötä.

## Aikakustannussäästöt

$$S_{time} = \sum_{z=p}^t \Delta TC_z * \left( \sum_{i=1}^n \left[ (F_i * \Delta T) * \sum_{j=1}^n (L_{ij} * ADT_{ijz} / 1440) \right] \right)$$

$\Delta TC_z$  = aikakustannussäästö, kun nopeus kasvaa  
p = henkilöauto, 80:stä 90:een km/h  
t = kuorma-auto, 70:stä 80:een km/h

$F_i$  = liukkaudentorjunta- ja auraustoimenpiteiden määrä/vuosi/kunnossapitoalue  
i = kunnossapitoalue

$\Delta T$  = aikaistuneista liukkaudentorjuntatoimenpiteistä johtuva  
liukkaan kelin keston väheneminen

$L_{ij}$  = tieverkon pituus  
i = kunnossapitoalue  
j = tieluokka

$ADT_{ijz}$  = keskimääräinen vuorokausiliikenne  
i = kunnossapitoalue  
j = tieluokka  
z = henkilöauto (p), kuorma-auto (t)

1440 = minuutteja 24 tunnissa

Oikea-aikainen auraus vaikuttaa tiellä olevan lumikerroksen paksuuteen. Esimerkiksi lumikerroksen paksuuden muutos 0-8 cm aiheuttaa 0-10 % lisäyksen ajoneuvokustannuksiin (polttoaine jne.).

Ajoneuvokustannussäästöt voidaan esittää seuraavan kaavan muodossa

Ajoneuvokustannussäästöt

$$S_{veh} = \sum_{z=p}^t \left( \sum_{i=1}^n \left[ (F_{pi} * \Delta T_p) * \sum_{j=1}^m (L_{ij} * ADT_{ijz} / 1440) \right] * \Delta VC_z \right)$$

$F_{pi}$  = aurauksen johtaneiden lausateiden määrä  
i = kunnossapitoalue

$\Delta T_p$  = arvioitu aurauksen lähdön nopeutuminen tiesaapalvelun ansiosta

$L_{ij}$  = tieverkon pituus  
i = kunnossapito alue  
j = tieluokka

$ADT_{ijz}$  = keskimääräinen vuorokausiliikenne  
i = kunnossapitoalue  
j = tieluokka  
z = henkilöauto (p), kuorma-auto (t)

1440 = minuutteja 24 tunnissa

$\Delta VC_z$  = säästöt ajoneuvokustannuksissa  
z = henkilöauto (p), kuorma-auto (t)

Ajokustannussäästöjä arvioitiin kokeellisesti Kymen tiepiirin alueella. Tiemestareille tehdyn kyselyn avulla seurattiin yhden talvikauden aikana tiesääjärjestelmän vaikutusta kunnossapidon nopeutumiseen. Tiemestareiden antamien subjektiivisten arvioiden perusteella keskimääräiseksi toimenpiteen nopeutumisajaksi saatiin 23 minuuttia. Laskennassa kaikkien onnettomuuksien keskimääräisenä kustannuksena käytettiin 300 000 markkaa. Onnettomuusriskin muutoksena käytettiin tutkimuksissa saatua 5.8 onnettomuutta/1 000 000 ajokilometriä (TVH 741861 1988).



Vuotuisiksi ajokustannussäästöiksi saatiin

-onnettomuuskustannussäästöt	4.2	milj.mk
-aikakustannussäästöt	0.3	"
-ajokustannussäästöt	0.1	"
	----	
Yhteensä	4.6	milj.mk

Tiesääpalvelujärjestelmän vuotuisiksi kustannuksiksi arvioitiin edellä kahdella eri tavalla 0.8-0.97 milj.mk vuodessa. Tästä laskettuna tiesääjärjestelmän kustannus/hyöty -suhde vaihtelisi pelkkien ajokustannussäästöjen osalta suhteessa 1/5 tai 1/6.

Edellä esitetyt ajokustannussäästöt ohjelmoitiin tietokonemalliksi. Kyseisen mallin avulla laskettiin muutamien tiepiirien omia arvioita tiesääjärjestelmän hyödyistä. Ohjelmaan syötettiin alkutiedoiksi mm. kyseisten alueiden päätiedien tiepituudet ja keskiliikennemäärät ja oletettu kunnossapidon nopeutumisaika.

#### 4.4. Hyödyt tielaitoksen toiminnalliselta kannalta

Tiesääpalvelujärjestelmän avulla on saatu paljon uutta tietoa kunnossapitäjän käyttöön. Tieto on tosiajassa ja sitä saadaan laajoilta alueilta paljon helpommin kuin aikaisemmin. Tiedot tien pinnan ja rungon lämpötilasta sekä kastepisteestä ovat uutta tietoa. Tuulitieto ja sadetieto auttavat aurausta suunniteltaessa. Tutka- ja satelliittikuvien tieto sadepilvien liikkeistä helpottaa päätöksentekoa. Tiesääennusteiden saaminen säännöllisesti omalle alueelle helposti tulkittavassa graafisessa muodossa helpottaa ennakoivien toimenpiteiden suunnittelua.

Tiesääjärjestelmän heikkoutena on edelleen tiesääasemien antama pelkkä paikallinen kuva sää- ja keliolosuhteista tietyssä tienkohdassa. Sää ja keli voivat tien päällä vaihdella hyvinkin paljon lyhyillä matkoilla. Lämpökartoituksen avulla voitaisiin tienpintaläm-

pötilojen eroja arvioida eri tienkohdissa. Sateiden osalta täytyisi tehdä mikroilmastoselvityksiä ja kelieroselvityksiä.

Talvikunnossapidon toiminta on aiemmin perustunut vankasti päivystäjien tien päällä tekemiin havaintoihin ja niiden perusteella ajoitettuihin kunnossapitotoimenpiteisiin. Näiden havaintojen perusteella ei pystytä ennakoiviin toimenpiteisiin. Niiltä tieosilta, joilla päivystäjä liikkuu, saadaan hyvä ja luotettava kuva kelistä, mutta toiminta sitoo paljon henkilöresursseja ja aiheuttaa kustannuksia.

Muutoskauden aikana tiesääjärjestelmän tieto ja päivystäjien keräämä tieto on osittain päällekkäistä. Päällekkäinen toiminta on jonkin aikaa perusteltua sillä, että kunnossapitohenkilöstö oppii luottamaan tiesääjärjestelmän antamaan tietoon sekä oppii oikealla tavalla kokemuksen kautta tulkitsemaan uusia havaittuja asioita. Jo muutoskauden aikana on tiesääjärjestelmää voitu käyttää myös toimenpiteiden aloituksen aikaistamiseen ja oikeiden toimenpiteiden ja suolamäärien valintaan. Suolan käyttöä on voitu selvästi vähentää, kun tiedetään aikaisempaa tarkemmin oikea tienpinnan lämpötila eli juuri se lämpötila, jonka mukaan levitettävät suolamäärät pitää mitoittaa. Liuossuolauksessa käytettävien laitteiden tarkkuus on antanut mahdollisuuden hyödyntää saatua uutta tietoa.

Nykysuuntauksen mukaisesti pitää tielaitoksessa vähentää kaikkia kustannuksia, erityisesti henkilökustannuksia. Tämä on luonut tarpeen käyttää tiesääjärjestelmää päivystyksen keskittämisen apuvälineenä.

Suuri osa talviajan öistä on kunnossapidon kannalta sellaisia, että toimenpiteitä ei tarvita. Talvien välillä on kuitenkin suuria eroja toimenpideöiden ja toimenpiteettömien öiden määrässä. Jos tiellä liikkuvaa päivystyshenkilöstöä voidaan toimenpiteettöminä öinä, eli kelin kannalta hyvinä öinä, vähentää, päivystyskustannukset alenevat.

Turun tiepiirin eteläisellä alueella kokeiltiin keskitettyä päivystyskeskusta talvikauden 1991-1992 aikana. Päivystys toimi yhdessä pisteessä käyttäen hyväksi tiesääpalvelujärjestelmän antamia havain-



to- ja ennustetietoja. Helppojen kelien vallitessa ei tien päällä olevaa päivystyshenkilökuntaa ollut. Sää- tai kelitilanteen kehityessä kriittiseksi, hälytti päivystyskeskus aluepäivystäjä tarkkailemaan tilannetta ja tarpeen vaatiessa aloitettiin kunnossapitoimet normaalin toimintatavan mukaan. Kokemukset päivystyskeskuksen käytöstä osoittavat, että kustannuksia säästyi arviointitavasta riippuen 0.5-1.0 milj.mk. Jos nämä säästöt saavutettaisiin koko maassa tai edes vilkkaimmin liikennöidyillä Etelä- ja Länsi-Suomen alueilla, olisi vuotuinen säästö useita miljoonia markkoja. Kaikkiaan kokeilun tulokset olivat niin positiivisia, että Turun tiepiiri siirtyi talvikautena 1992-1993 koko piirin aluetta valvovaan yhteen päivystyskeskukseen.

Talvella 1992-1993 otettiin Uudenmaan tiepiirissä käyttöön Turun alueen tyyppinen aluepäivystyskeskus. Tiesääjärjestelmän lisäksi sadetietoa keskukseen saadaan suoraan Meteorologian laitoksen tutkatietokoneeseen yhdistetyllä mikrolla. Mikrolta voidaan helposti seurata sadealueiden liikkeitä ja tutkan kattavuusalue on sopiva Uudenmaan tiepiirin tarpeisiin. Päivystyskeskuksen ohella Uudenmaan tiepiirissä toimi ainakin talven 92-93 ajan normaali päivystys eikä kustannussäästöjä näin vielä saatu.

Vuoden 1993 alusta alkoi Kuopiossa kokeilu, jossa Ilmatieteen laitoksen Itä-Suomen aluetoimisto hoitaa kelivalvontakeskuksen tehtäviä. Meteorologit seuraavat sään ja kelin kehitystä ja tarvittaessa antavat hälytyksen kunnossapito-organisaatiolle. Tämän tyyppisellä yhteistyöllä pyritään pienemmän liikenteen alueella optimoimaan päivystykseen käytettäviä resursseja.



## KIRJALLISUUSLUETTELO

EUR 13847 EN 1992: COST 309 Road weather conditions. Transport-Research series. ECSC-EEC-EAEC, Brussels, Belgia.

Pilli-Sihvola, Y., 1987: Tiesääpalvelun kehittämisen projektisuunnitelma. Tekninen raportti, Kymen tiepiiri, Kouvola.

Pilli-Sihvola, Y., 1988: Tiesääpalvelun järjestelmäkuvaus. Tekninen raportti, Kymen tiepiiri, Kouvola.

TIEL 2230006, 1992: Teiden talvihoito II, Menetelmäohjeet. Tielaitos, Helsinki.

TVH 741822, 1985: Talvikeliön onnettomuusriskit. Tie- ja vesirakennushallitus, Helsinki.

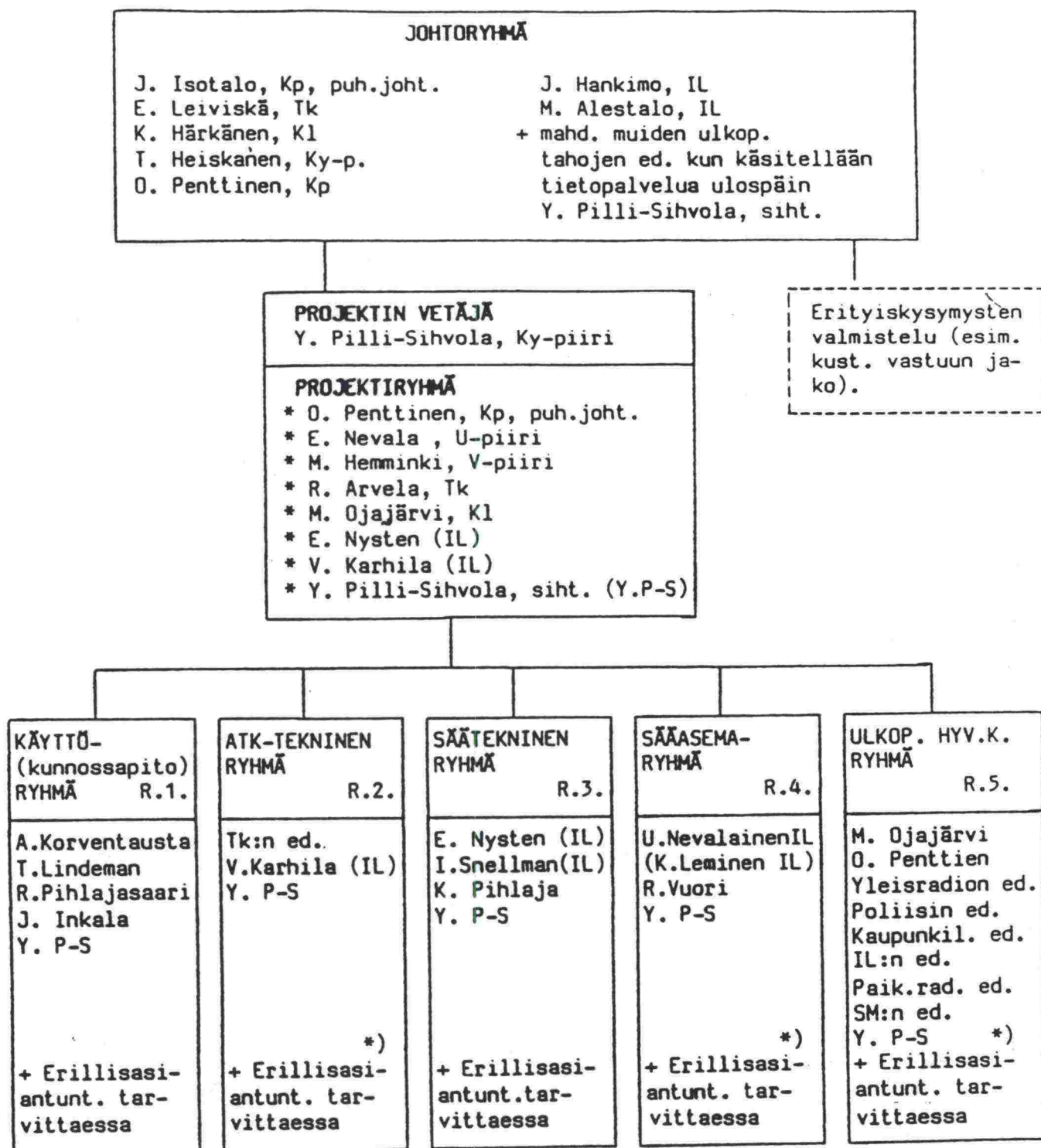
TVH 741843, 1987: Talvikeliön onnettomuusriskit II. Tie- ja vesirakennushallitus, Helsinki.

TVH 741861, 1988: Talvisuolaus ja liikenneturvallisuus, suolausvaihtoehtojen vaikutus onnettomuuslukumääriin ja kustannusvertailu. Tie- ja vesirakennushallitus, Helsinki.

TVH 743944, 1986: Teiden talvihoito-ohjeet I osa, Tie ja vesirakennushallitus, Helsinki.

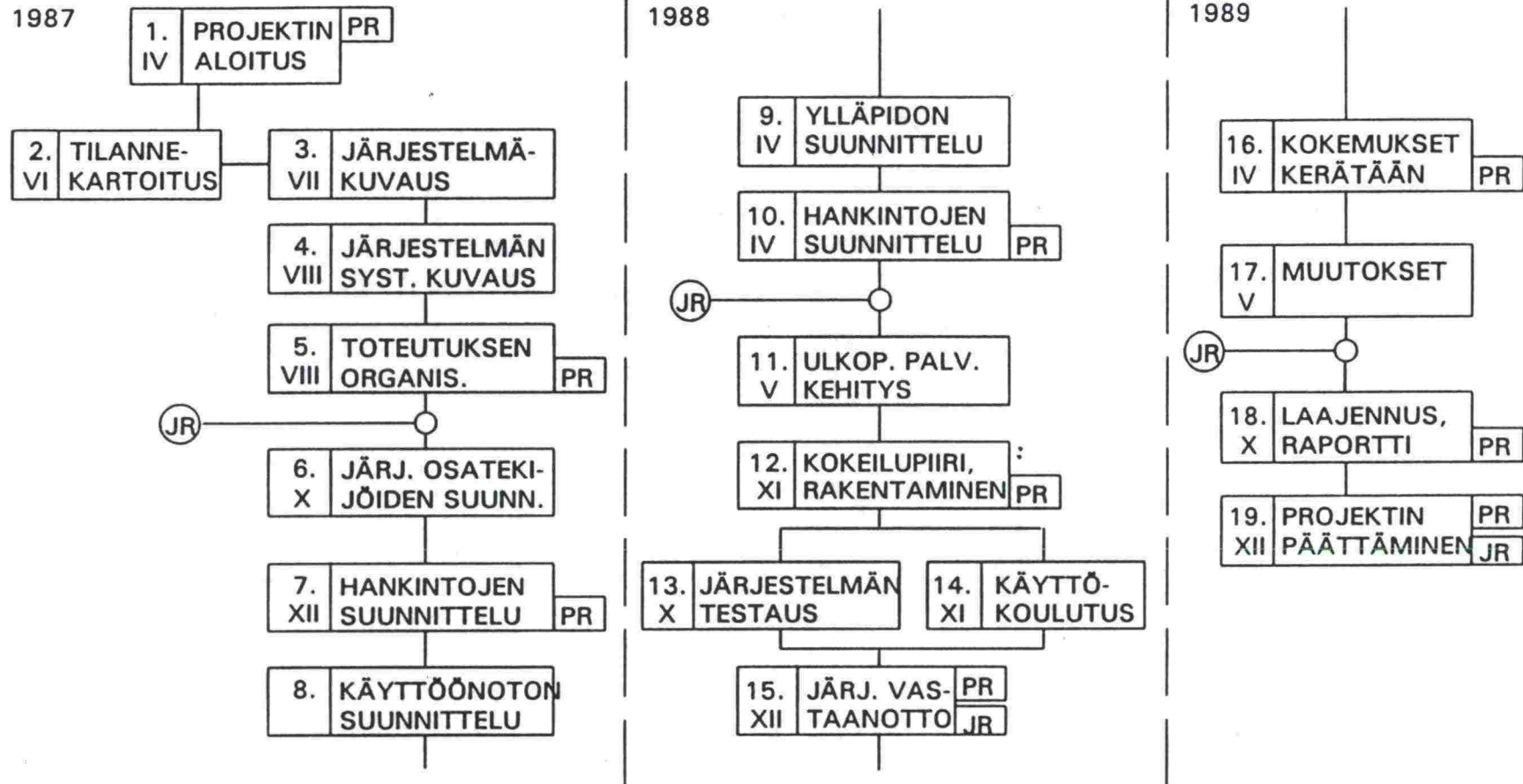
TIESÄÄPALVELUN KEHITTÄMINEN

## ORGANISAATIO:



\*) Yhdyshenkilöt SM pelastusosastolla  
M. Turunen ja J. Kilpeläinen.

TIESÄÄPALVELUN KEHITTÄMISPROJEKTI 1987 - 89



a.	c.	d.
b.		d.

a. TEHTÄVÄN NUMERO: c. TEHTÄVÄN NIMI  
b. MÄÄRÄPÄIVÄ (XX) d. RYHMÄN KOKOUS

(JR) PÄÄTÖSKOKOUS JR = JOHTORYHMÄ  
○ PÄÄTÖS JATKOSTA PR = PROJ. RYHMÄ

TIESÄÄPALVELUN KEHITTÄMISPROJEKTIN TOIMINTAKAAVIO



TIESÄÄPALVELUN KEHITTÄMISPROJEKTIN TEHTÄVÄKAAVIO 1987 - 1989

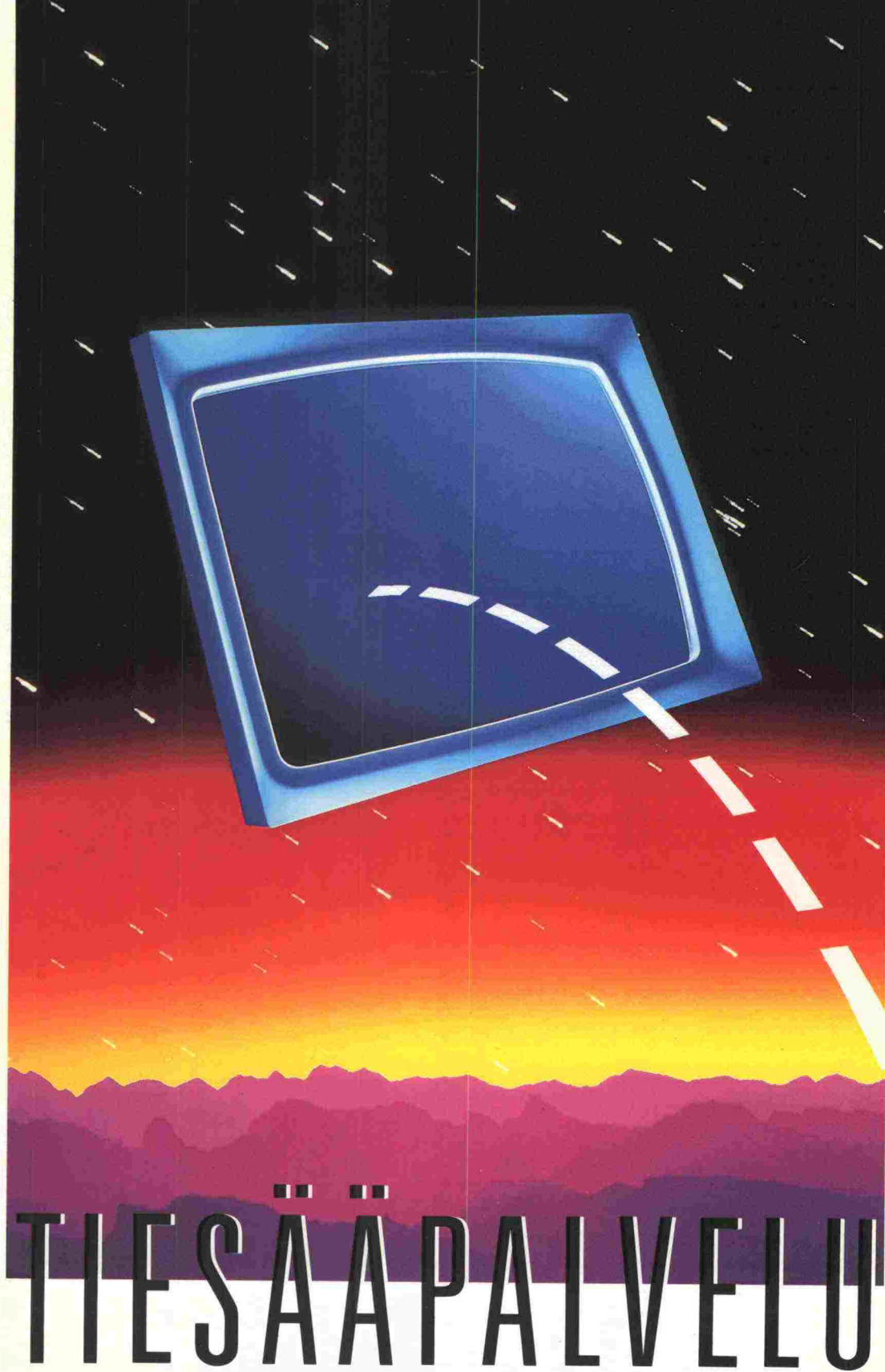
Nro	Tehtävä	1987	1988	1989	1990	1991
		T H M H T K H E S L M J	T H M H T K H E S L M J	T H M H T K H E S L M J	T H M H T K H E S L M J	T H M H T K H E S L M J
1.	Projektin aloitus	—				
2.	Tilannekartoitus	—				
3.	Järj. kuvaus	—				
4.	Syst. kuvaus	—				
5.	Tot. organis.	— OJR				
6.	Osatekij.s.	—				
7.	Hankintojen s.	—				
8.	Käyt.toimien s.	—				
9.	Ylläpidon s.	—				
10.	Hankinnat	— OJR				
11.	Ulkop.palvelu	—				
12.	Kokeilupiiri(t)	—	—			
13.	Järj. testaus		—			
14.	Järj. koulutus		—			
15.	Järj. vastaanotto			OJR		
16.	Kokemukset			—		
17.	Muutokset			—		
18.	Laaj. raportti			—		
19.	Proj. päättäm.				OJR	

TIESÄÄPALVELUN KEHITTÄMISPROJEKTI TEHTÄVÄKAAVIO

YP-S 8.5.91

## TIESÄÄPALVELUN KEHITTÄMISPROJEKTI 1987-1991

- ☐ Projektisuunnitelma 7.5.1987
  - ☐ Projektin perustaminen 15.5.1987
  - ☐ Tiesääpalvelun järjestelmäkuvaus 6.4.1988
  - ☐ Kellinseurantaohjelmiston kokeiluversio Kymeen 1.12.1988
  - ☐ Tiesääpalvelujärjestelmän keskusasemaprojekti 8.3.1989
    - järjestelmän määrittely
    - järjestelmän jako I ja II vaiheeseen
  - ☐ Kellinseurantaohjelmisto (Icecast) Kymeen 1.4.1989
    - mikropohjainen kokeiluversio
    - keruuasema
    - työasema
  - ☐ Keskusasemaohjelmiston (Unix) I-valhe Kymeen 26.4.1990
  - ☐ Mikroversio Kuopion piiriin (syksy 90)
  - ☐ Uudet keskuskonehankinnat (5 kpl) syksy 1990
  - ☐ Tiesääohjelmiston I-valhe käyttöön talvella 90-91
    - \* Uusimaa, Turku, Häme, Vaasa
- 
- ☐ Tiesääohjelmiston II-valhe Kymeen toukokuu -91
  - ☐ Ohjelmiston testaus Kymi, Uusimaa kesäkuu -91
  - ☐ Ohjelmiston asennus Tu-, Hä-, Va-piirit elokuu 91
  - ☐ Ohjelmiston asennus loput piirit syys-lokakuu 91

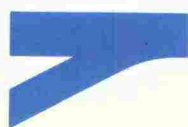


# TIESÄÄPALVELU

Uusi tiesääpalvelujärjestelmä tehostaa teiden talvihoitoa vaihtuvissa sää- ja keliolosuhteissa:

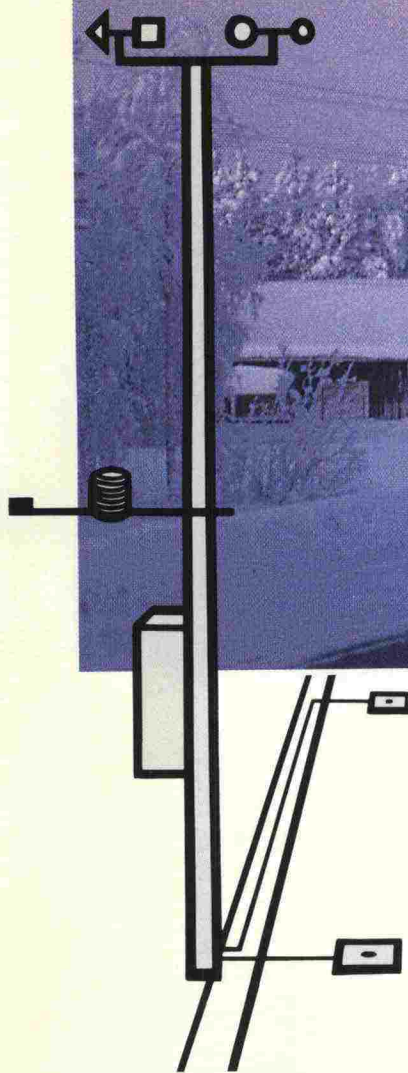
- sään ja kelin hallinta • ennakoivat toimenpiteet • oikea-aikainen liuk-  
kaudentorjunta • nopea liikkeellelähtö • suolan käytön optimointi •  
suunnitelmallinen toiminta.

Tavoitteena turvallisempi ja sujuvampi talviajan liikenne.



**Tielaitos**





# TIESÄÄPALVELU

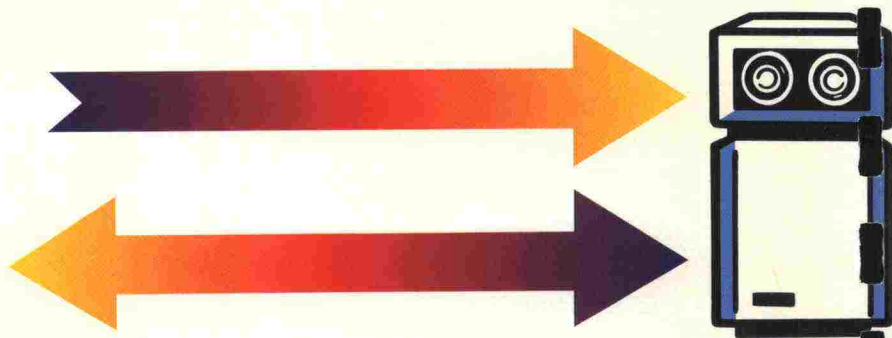
Tiesääpalvelujärjestelmä on automaattinen tietojärjestelmä, joka välittää sää- ja kelitiedot sekä niiden ennusteet teiden kunnossapidosta vastaaville henkilöille.

Tiesääasemaverkosto havainnoi jatkuvasti säätä ja keliä kaikilla päteillä. Ilmatieteen laitoksen laatimat sääennusteet sekä tutka- ja satelliittikuvat saadaan sovituin välein. Myös sanalliset kelihavainnot voidaan koota ja välittää eri käyttäjille.

Tiedot esitetään monipuolisina kuvaruutunäyttöinä, joita myös

## Tiesääasema

Teiden varsille sijoitetut tiesääasemat havainnoivat tuulta, lämpötilaa ilmassa, -tienpinnalla, -tien rungossa, sadetta ja sen voimakkuutta, ilman kosteutta sekä analysoivat kelin tien pinnalla. Havainnot tehdään minuutin välein ja tallennetaan tiesääaseman muistiin, josta ne välittyvät edelleen keskusasemalle.



## Keskusasema

Keskusasema hakee tiedot tiesääasemilta määrällisin välein (esim. 15 min) sekä vastaanottaa ennusteet, tutka- ja satelliittikuvat ilmatieteen laitoksen tietojärjestelmästä. Tiedot tallennetaan tietokantaan. Keskusasema seuraa säähavaintoarvoja ja tekee hälytyksen kriittisten raja-arvojen ylittyessä.

## Työasema

Työasemat saavat datatiedot keskusasemalta tallentaen ne omaan tietokantaansa. Näytöt muodostetaan työasemalla, vain havaintotiedot välitetään.

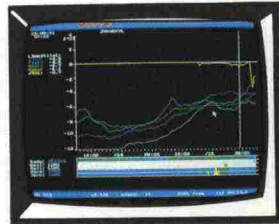
### Työasemanäytöt

Työasemassa näytöt saadaan pikavalintoina tai havaintotiedoista itse muodostaen.

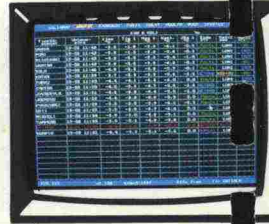
Päänäytöt ovat: kartta-, taulukko- sekä käyränäytöt, joihin voidaan valita eri tiesääasemilta halutut havaintotiedot. Tiesääennusteet nähdään käyränäytössä sekä tekstiennusteena. Tutka- ja satelliittikuvat esitetään omalla karttapohjallaan.



Kartan avulla hallitaan säätilanne ja sen kehittyminen alueellisesti.

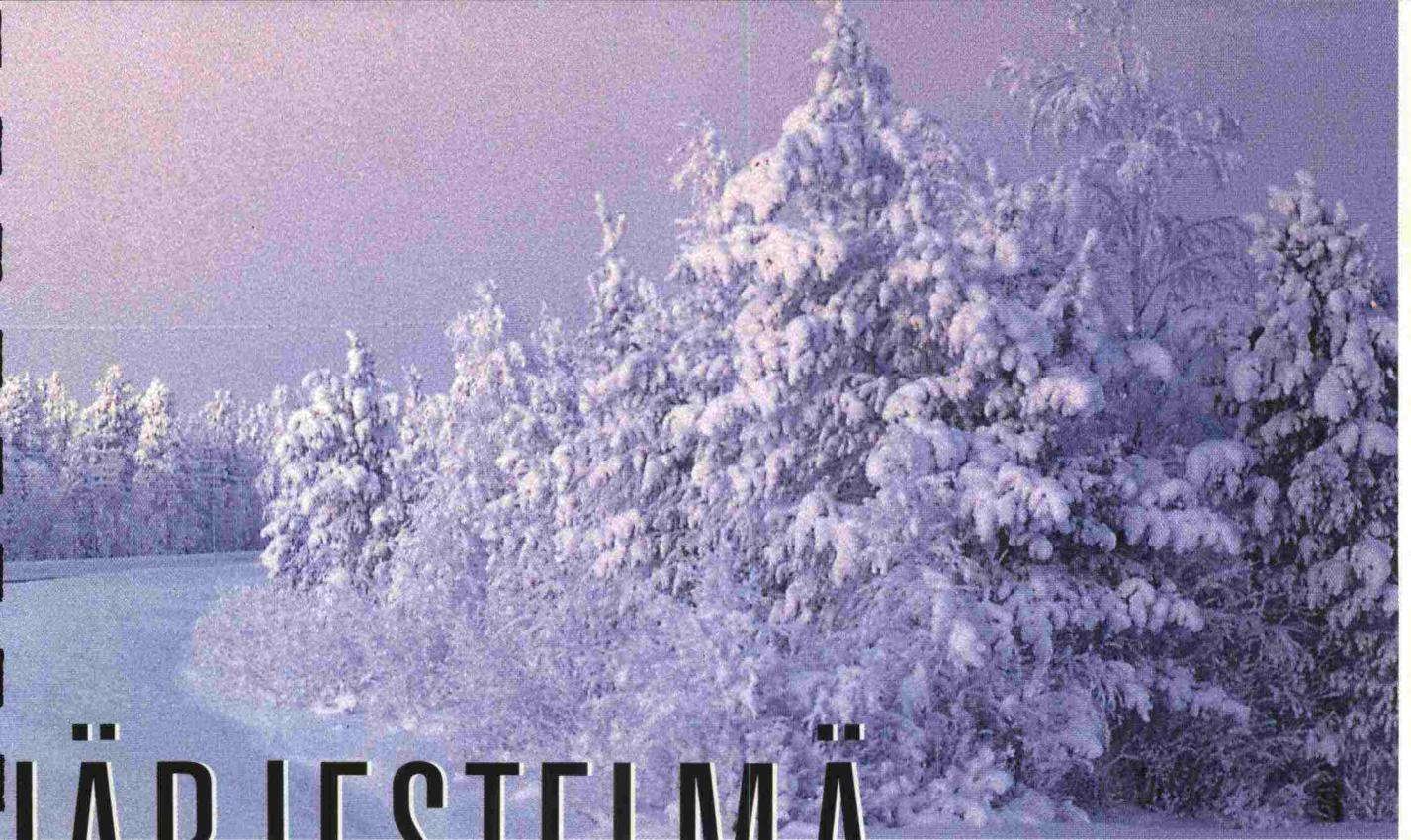


Käyrillä seurataan mm. lämpötilojen kehittymistä sekä nähdään niiden kehityssennuste (12 h).



Taulukko kertoo useiden tiesääasemien havaintotiedot yhtä aikaa.



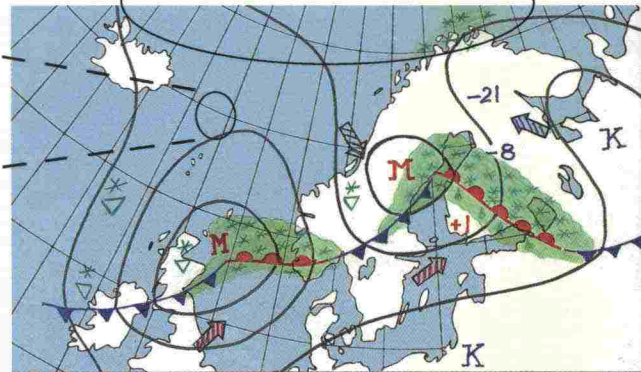
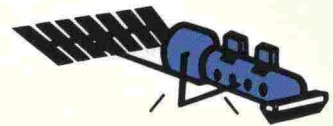


# JÄRJESTELMÄ

Käyttäjät voivat joustavasti muokata. Järjestelmä sisältää myös hälytystoiminnan, joka ilmoittaa, milloin sovitut kriittiset sään raja-arvot ylitetään. Hälytys välitetään automaattisesti sovittuun kaukohakulaitteeseen tai puhelimeen. Järjestelmän kaikki käyttäjät ovat sähköpostin välityksellä suoraan yhteydessä keskenään. Sää- ja kelitiedot ovat helposti välitettävissä muihin ulkopuolisiin, esimerkiksi tienkäyttäjää palveleviin järjestelmiin.



Hälytykset kunnossapitäjälle



Ilmatieteen laitos Meteorologiska institutet

## Ennusteet

Alueelliset ja tiesääasemakohtaiset sääennusteet sekä tutka- ja satelliittikuvat siirretään ilmatieteen laitoksen tietojärjestelmästä.



Ensisimmät sääennusteet näytetään sanallisessa muodossa.



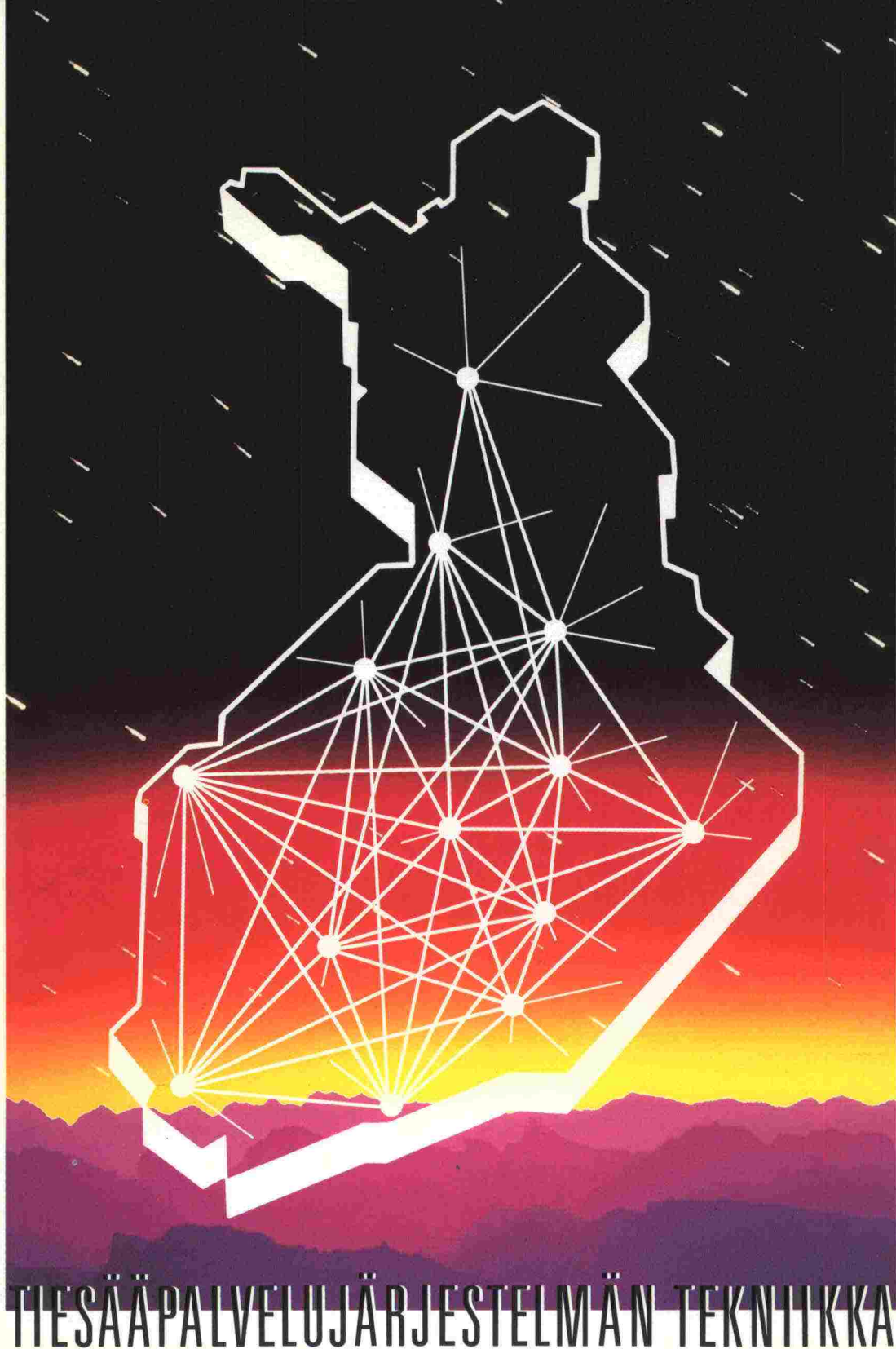
Tunneittain uusiutuva tutkakuva näyttää sadealueiden liikkeitä.



Satelliittikuva antaa yleiskuvan Pohjois-Euroopan sää- ja pilvisyytilanteesta.







Kattaa koko maan • keskusasetmia 10 kpl • työasetmia n. 200 kpl • tiesää-  
asetmia n. 150 kpl

Keskuskone: HP9000/433 • muisti 16 MB • levy 660MB • Dat-nauhuri 1.3 GB • HP-UX

Työasetma: AT -mikro • muisti 2MB • MS-DOS 3.0- • VGA

Tiesääasetma: MILOS 200 • modulaarinen rakenne • max 32 anturipaikkaa

Tietoliikenne: Tiedon keruu ja jakelu: Datapak x25 + PAD, CASE 8180 • YPV + modeemit • kiinteät  
datalinjat • Keskuskoneiden välillä: Datanet • Datapak x25 • 9600-64000 b/s • Yhteydet ulkopuo-  
lisiin: Datanet • Datapak x25 • YPV + modeemit • 1200-9600 b/s


Ohjelmistot: Oracle 6.0 • C-kieli • Turbo Pascal • TCP/IP



**Tielaitos**

 **VAISALA**

 **intrinsic**

 **Ilmatieteen laitos**



TIEL Ky 2/93